

Р. У. БЕКНАЗОВ, Ю. В. НОВИКОВ

ОХРАНА ПРИРОДЫ

*Рекомендовано Министерством народного образования
Республики Узбекистан в качестве учебного пособия
для высших учебных заведений*

ТАШКЕНТ «УЎҚИТУВЧИ» 1995

В пособии всесторонне освещены экологические проблемы на современном этапе научно-технического прогресса, органически связанные с рациональным комплексным использованием природных ресурсов. Рассмотрены экологические аспекты энергетики, урбанизации и охраны здоровья населения. Читатель узнает об экологических проблемах охраны рек и озер, в частности Арала, о ресурсах морей, охране прибрежных вод, контроле за уровнем загрязнения морей и океанов.

Пособие познакомит читателей с экологическими проблемами охраны атмосферного воздуха и климата планеты. Большое внимание уделено влиянию атмосферных загрязнений на окружающую среду и население и в связи с этим ресурсосбережению, безотходному производству, очистке газопылевых выбросов, снижению выбросов автотранспорта. Освещены проблемы комплексного использования и охраны поверхностных водоемов, бессточного производства, очистки сточных вод, охраны водоемов и контроля за уровнем их загрязнения. Изложены экологические аспекты охраны недр, земель, химизации сельского хозяйства, охраны растительного мира. Дается всесторонний анализ физических факторов окружающей среды. Особое внимание уделено экологическим проблемам Узбекистана.

Учебное пособие адресовано студентам вузов, а также специалистам, интересующимся экологией и охраной природы.

Введение и главы 2, 3, 7, 9, 10, 11, 12 написаны Ю. В. Новиковым, главы 1, 4, 5, 6, 8 — Р. У. Беквазовым.

Рецензент — профессор А. М. Лакшин.

Б $\frac{1502020000 - 152}{353 (04) - 95}$ 141—94

© Издательство «Ўқитувчи», 1995

ISBN 5—645—02173—8

ВВЕДЕНИЕ

Острота проблемы охраны окружающей среды ныне очевидна всем. Мир движется к экологическому кризису. Загрязнение атмосферы, превышающее допустимые нормы, наблюдается в регионах, где проживает более миллиарда человек. Все выше становятся горы промышленных отходов и все большее количество земель, пригодных для сельского хозяйства, отводится под свалки. Проблема сохранения окружающей среды превратилась в вопрос выживания человечества. }

До сих пор экологическому образованию не уделялось должного внимания. Поэтому так необходима целенаправленная работа по повышению экологической культуры как одного из важнейших условий разумного отношения к природным ресурсам.

Будущим специалистам с высшим образованием должно быть присуще чувство гражданской ответственности за состояние окружающей среды, рациональное и экономное использование природных ресурсов и энергии во всех видах хозяйственной деятельности. Следует настойчиво искоренять потребительское отношение к природе, подчеркивать ошибочность мнения о неисчерпаемости природных богатств. Студенты должны овладеть научно обоснованной системой сведений о путях воздействия человека на биосферу, об изменениях, вызываемых воздействием на ее компоненты, приобрести навыки по охране окружающей среды.

В настоящее время формируется система образования и воспитания, в основу которой положены представления о целостности, природной и преобразованной человеком окружающей среды. Общие теоретические установки этой системы должны преломляться в различных разделах учебного плана, находить конкретное выражение в программах лекционных курсов и лабораторных занятий.

Специалист с высшим образованием должен стать пропагандистом идей охраны природы, организатором и руководителем природоохранной работы в вузе, на предприятии, заводе. Поэтому экологические знания должны быть единым целым с профессиональными.

Обострение экологической ситуации в странах нашего Содружества, как и во всем мире, усилило внимание многих ученых и специалистов к этой проблеме. В предшествовавшие десятилетия озабоченность мировой общественности по поводу насилия над природой на шестой части земной суши, которая досталась в наше распоряжение волею истории, большей частью оставалась без внимания. Между тем вклад стран Содружества в резкое ухудшение общей экологической обстановки отнюдь не мал. Примерно из пяти миллиардов тонн углекислого газа, являющегося основной причиной парникового эффекта, которые поступают ежегодно в земную атмосферу в результате сжигания угля, нефти и газа, на государства СНГ приходится более миллиарда тонн, причем за последние 30 лет этот показатель возрос здесь втрое, тогда как в странах Западной Европы благодаря вовремя принятым мерам — лишь в полтора раза.

В странах Содружества почти 40 миллионов человек проживают в городах, где уровень загрязнения атмосферного воздуха в 10 и более раз превышает предельно допустимые концентрации. В отдельных регионах Узбекистана, особенно в низовьях Амударьи, в Каракалпакстане, в Хорезмской области, экологическая обстановка обострилась до предела.

Экологические и социально-экономические процессы, происходящие в регионе Арала, дают все основания считать его зоной экологической катастрофы. На землях, охваченных экологическим бедствием, проживают около 3 млн. человек.

В результате бездумного, а иногда и преступно халатного отношения к водным богатствам региона уровень Аральского моря понизился на 14 метров, площадь акватории сократилась на 40%, объем воды — на 65%. Высохшее дно Арала стало крупным очагом соленакопления и рождения солепылевых бурь. Бесконтрольное, научно не обоснованное внесение в почву огромных количеств минеральных удобрений привело к тому, что орошаемые земли были отравлены и сами

превратились в источник отравления окружающей среды. В водах Амударьи и Сырдарьи обнаружены различные ядохимикаты, высокие концентрации вредных компонентов тяжелых металлов, канцерогенных веществ, вредных бактерий. Из-за отсутствия других питьевых источников большая часть населения Каракалпакстана, Кызыл-Ординской и Чимкентской областей продолжает пользоваться непригодной водой этих рек. Но даже такой воды нехватает. Потребление ее в регионе в 5—6 раз ниже нормы.

Арал смертельно болен. Болеют и люди, которым приходится пить отравленную пестицидами воду. За последние 20 лет общая смертность населения в этих местах увеличилась вдвое, уровень детской смертности возрос с 44,7 на тысячу родившихся в 1965 г. до 71,5— в 1986 г., а в отдельных районах до 80—90. По Кызыл-Ординской области индекс материнской смертности составляет 1,3, что в 4,3 раза выше среднего показателя по СНГ. Каракалпакстан, занимавший долгое время первое место по рождаемости, лидирует ныне по смертности. В регионе более 80% женщин детородного возраста страдают анемией (при среднем показателе 27,3%), у 87% женщин различные хронические заболевания. Почти у 90% детей в 1—2-месячном возрасте, поступивших в районные больницы, резко повышено содержание солей в моче.

Только за последние 15 лет в Кызыл-Ординской области Казахстана зафиксировано 36 крупных вспышек инфекционных эпидемий, имеющих водное происхождение. По всему Приаралю в 30 раз увеличилась заболеваемость брюшным тифом, в 7 раз — вирусным гепатитом, значительно вырос процент туберкулезных и онкологических больных (в 15 раз выше среднего по странам Содружества).

Аральская беда стучится в дверь не первый год. Наконец-то о ней серьезно заговорили формальные и неформальные организации, общественность, принят ряд постановлений. Однако эти меры явно недостаточны. Сейчас уже даже гораздо большие усилия вряд ли помогут полностью восстановить природную среду этого региона.

Извлекая уроки из происшедших на наших глазах экологических катастроф, нельзя забывать, что всегда легче предупредить, чем восстановить. Объективная

оценка состояния окружающей природной среды позволяет вовремя принять меры, чтобы сохранить природные богатства для будущих поколений.

Окружающая природная среда обладает не только сиюминутной ценностью. Мы обязаны использовать все возможности современной цивилизации, чтобы она могла и в будущем удовлетворять потребности общества. В последнее время на эти цели выделяются крупные средства, но из-за серьезных организационных недостатков и отсутствия единой системы трудно рассчитывать на ощутимые результаты.

По-прежнему в атмосферу ежегодно выбрасываются десятки миллионов тонн вредных веществ, гибнут десятки тысяч гектаров пахотных земель, невосполнимые утраты несет растительный и животный мир, обостряется проблема водных ресурсов. Оскудение природы отражается на здоровье и самочувствии людей, лишает человека естественной связи с природной средой со всеми вытекающими отсюда социальными и моральными последствиями.

Участь человечества и всей жизни на Земле в значительной мере зависит от установления равновесия между удовлетворением потребностей человека и ограничениями экологического характера, добиться которого можно лишь гармонизацией отношений людей и природы, причем этот процесс должен охватить все страны.

В некоторых регионах экологические проблемы стали особенно острыми. Изменения биосферы в результате человеческой деятельности протекают все более стремительно. При добыче полезных ископаемых из недр Земли ежегодно извлекается до 100 млрд т горных пород, выплавляется 800 млн т различных металлов, вносится в почву около 500 млн т минеральных удобрений, сжигается в качестве моторного топлива и для получения электроэнергии более 3 млрд т нефти и нефтепродуктов. Ежегодно возрастает количество сжигаемого каменного угля. Огромный объем сжигаемого топлива привел к тому, что за последние 30 лет содержание углекислого газа в атмосфере нашей планеты увеличилось на 5%.

Столь грандиозные масштабы вмешательства человека в природные процессы к середине XX века максимально обострили экологические проблемы. За послед-

ние 30—40 лет исчезли многие виды животных и растений, кислотные дожди привели к закислению почв и гибели лесов в Западной Европе и Северной Америке, вследствие сброса технологических отходов изменился видовой состав флоры и фауны во многих водоемах Северного полушария, в промышленно развитых странах за эти годы резко увеличилось количество новорожденных детей с патологическими отклонениями, аварии на атомных электростанциях, особенно на Чернобыльской АЭС, на многие десятилетия, а может быть и столетия, вывели из сферы человеческой деятельности огромные территории в самом центре высокоразвитых промышленных районов и нанесли непоправимый ущерб здоровью населения прилегающих стран.

Нарушение экологического равновесия вызывается не только загрязнением окружающей среды, но и нарушением сложившихся экологических связей (например, плотины перекрывают пути миграции рыб, а трубопроводы — пути миграции сайгаков и оленей, вырубка водоохраных лесов приводит к обмелению рек, потере нерестилищ и другим отрицательным последствиям). В некоторых случаях уменьшение загрязнения окружающей среды на одних производствах приводит к каким-либо экологическим нарушениям на других.

Только 10% сырья, извлекаемого из недр планеты, превращается в готовую продукцию. Остальные 90% — отходы, загрязняющие биосферу. А ведь объем добычи полезных ископаемых в мире удваивается каждые 15 лет. Планета постепенно превращается в гигантскую свалку отходов.

В результате деятельности человека опустыниванием поражено более 30% земной поверхности. Пустыни наступают со скоростью 6 млн га в год из-за бездумной вырубки тропических лесов, этих «легких планеты». Истощаются ресурсы, загрязняются воздух и вода, нарушается естественное состояние почвенного покрова, сводятся леса. А ведь лес — это не только деловая древесина, но и экосистема, ресурс, постоянно поставляющий и очищающий два других самых главных жизненных ресурса — воздух и воду.

Наиболее характерные загрязняющие вещества современных городов — окись углерода, сернистый газ, оксиды азота, сероуглерод, формальдегид, взвешенные

частицы, а также такие факторы, как городской шум и электромагнитные поля. Этот комплекс отрицательных факторов окружающей среды способствует существенному росту общей заболеваемости населения, повышению уровня распространенности острых респираторных инфекций, хронических неспецифических заболеваний органов дыхания, аллергических болезней, ишемии сердца, болезней нервной системы и многих других; снижает возраст развития и увеличивает тяжесть течения таких хронических заболеваний, как бронхиальная астма, гипертония, сахарный диабет, язва желудка; отрицательно влияет на здоровье подрастающего поколения, увеличивая количество детей с дисгармоничным физическим развитием.

В большинстве случаев эти факторы не являются первопричиной заболеваний, но способствуют их развитию. Исследования по выявлению закономерностей формирования эпидемиологической цепи, а также сдвигов в функциональном состоянии различных систем организма (предболезнь — болезнь неосложненная — болезнь осложненная и т. д.) позволили научно обосновать меры по предупреждению воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды на здоровье населения.

Переход от господства в общественном сознании догматов покорения природы к экологической тревоге развивался у нас очень медленно, с отставанием по крайней мере лет на тридцать. Но есть надежда, что следующий переход — к экологической ответственности — произойдет быстрее.

Согласно современным прогнозам, при удвоении численности населения планеты производство увеличится в пять раз. Если такой прирост будет достигнут на базе стареющих технологий, природа не выдержит натиска разрушений. Чтобы выйти из нынешнего экологического бедствия, нужны чрезвычайные усилия и очень большие средства.

Всплеск экологического сознания в конце 60-х — начале 70-х годов произошел в США. Справиться с бедствиями там помогла сильная экономика, наука, сориентированная на экологические проблемы, и, конечно, средства. Ведь спасение только Великих Озер оценивается в 17 миллиардов долларов. Странам Содру-

жества аналогичную задачу придется решать в неизмеримо более трудных условиях.

Сейчас уже понятно, что для спасения природы необходима скорейшая замена устаревших промышленных технологий новыми, природоохраняющими и менее энергоемкими. Без этого охрана природы немыслима. К радикальным мерам сразу прибегнуть не удастся. Но надо хотя бы сдерживать развитие особо опасных производств. Это касается в первую очередь некоторых экологически опасных направлений в развитии химии, энергетики, автомобилизации. Активное наращивание производства автомобилей обязывает нас принимать серьезные меры по улучшению его экологических показателей.

Требуется серьезная перестройка всей природоохранной деятельности. Необходимо в первую очередь изменить отношение к использованию природных ресурсов. В числе всех благ, услуг и ресурсов, которые мы столь поспешно сделали ничьими, бесплатными и потому бесхозно расточаемыми,— природные богатства на первом месте. Мы привыкли, что воздух, вода, земля ничего не стоят и не подлежат ни мере, ни счету.

Многие годы попытки повернуть промышленность и сельское хозяйство лицом к экологии с помощью административно-командных методов, протестов общественности, выступлений в печати имели малый эффект, а с переходом предприятий на хозрасчет появились прямо противоположные тенденции — экономить на охране природы. Поэтому приходится переходить к платному пользованию природными ресурсами, так как это самый действенный способ сохранения и защиты от промышленного и любого другого загрязнения нашей среды обитания, а значит, и всех нас.

Сегодня на единицу национального дохода в странах Содружества затрачивается значительно больше сырья и энергии, чем в развитых странах мира. Многие виды готовых изделий имеют высокую материалоемкость. При добыче полезных ископаемых из недр не извлекается значительное количество руды, угля, нефти. В процессе производства и хранения допускаются значительные потери металла, топлива, древесины, цемента, минеральных удобрений, сельскохозяйственной и другой продукции. Отходы производства и вторичные ресурсы утилизируются слабо.

Коэффициент использования извлекаемой из недр горной массы составляет около 10%. Комплексность и полнота освоения месторождений не превышает 50%. Из каждой тысячи кубометров вывезенной древесины производится только 790 м³ деловой древесины, 22,6 т целлюлозы, 16,4 т бумаги, 11,6 т картона, тогда как в Канаде производится соответствующих продуктов — 968 м³, 69,8 т, 72,7 т, 15,6 т. На производство единицы продуктов питания у нас затрачивается на 30% больше сельскохозяйственного сырья, чем в развитых странах.

Для достижения сбалансированного динамичного развития производства главный упор следует делать на проведение активной энергосберегающей политики, что, естественно, требует комплексного подхода к реализации ряда правовых, организационных, экономических и технических предпосылок.

Представьте себе, что автомобили стали использовать вдвое меньше бензина, чем сейчас, что дома обогреваются и освещаются с помощью солнечных батарей, установленных на крышах, что с заводов за использование угля в качестве горючего взимаются «карательные» налоги, что газовые плиты на кухнях работают на метане, который поступает со свалок мусора. Все это не выдумка писателя-фантаста, а рекомендации американского агентства по охране окружающей среды. Претворение их в жизнь к 2000 году позволило бы остановить глобальное потепление климата нашей планеты. Соединенным Штатам, например, потепление атмосферы грозит затоплением в результате повышения уровня мирового океана таких городов, как Чарлстон (штат Южная Каролина) и Новый Орлеан, исчезновением значительной части лесов, катастрофическими для сельского хозяйства засухами. Не менее печальная участь ожидает и наши страны.

Для создания экологически чистых производств в любой отрасли требуются огромные дополнительные капиталовложения, которые нередко достигают половины стоимости объекта. Большая роль в создании экологически чистых производств отводится химии.

По своим разрушительным силам химия подобна джинну, выпущенному из бутылки, но она же дает нам в руки волшебную палочку, с помощью которой можно приручить этого джинна. Химия может уничтожить все

живое на Земле и она же может помочь человеку предотвратить экологическую катастрофу.

Химическая индустрия, как и во многих развитых странах, должна стать одной из самых гуманных отраслей. Химическая промышленность способна создать и уже сегодня выпускает весьма эффективные средства защиты окружающей среды: полимерные мембраны, синтетические фильтры, флокулянты и многое другое, позволяющее улавливать вредные примеси и утилизировать отходы. Мало кто четко представляет себе, что уровень развития науки позволяет любой процесс производства сделать бессточным и безвыбросным, но стоит это, конечно, очень дорого. В загрязнении атмосферы и водоемов виновата не химия, а люди, которые недоработали процесс производства, изготовили некачественное оборудование и эксплуатируют его «спустя рукава», нарушая установленные правила.

Для улучшения экологической и санитарно-гигиенической обстановки, для укрепления здоровья населения необходимо создать безотходные производства в энергетической, горнодобывающей, металлургической, химической, нефтехимической и микробиологической промышленности, организовать санитарно-защитные зоны, внедрить обезвреживание и утилизацию промышленных и бытовых отходов, грамотно эксплуатировать очистные сооружения. Обязательна разработка программ «Здоровье» с включением всего комплекса оздоровительных мероприятий. Широкое применение должны получить портативные аппараты для отбора проб на пары, газы, пыли и аэрозоли, а также реактивы и средства автоматического контроля за загрязнением атмосферного воздуха, почвы и водоемов. Насыщенные вредными веществами продукты питания не должны приниматься для реализации и учитываться в выполнении плана сельскохозяйственных предприятий.

В странах Содружества действует система наблюдения и контроля загрязнением внешней среды. Система охватывает сотни крупных городов и промышленных центров, практически все водные объекты на суше, внутренние и омывающие моря, почвенный покров. Контролируются также источники выбросов вредных веществ. Концепция комплексного мониторинга предусматривает два основных блока — слежение за фоновым загрязнением природной среды и за ответны-

ми реакциями биологических систем. Наблюдение ведется за соединениями серы, азота, углекислого газа, фреонов и других малых газовых компонентов, а также свинца, ртути, кадмия, мышьяка, ДДТ и других хлорорганических соединений, 3, 4-бензапирена и подобных ему полициклических ароматических углеводородов. Система комплексного фонового мониторинга позволяет выявлять крупномасштабные последствия антропогенной деятельности и вовремя принимать меры по предупреждению экологических катастроф. Однако система эта нуждается в серьезной организационной и материальной помощи.

Из всех форм и направлений борьбы с загрязнением природы в первую очередь следует остановиться на тех, которые предупреждают возникновение экологического ущерба. Одним из таких путей является экономия в использовании и потреблении природных ресурсов. Так, сокращение потребления объема первичных источников энергии влечет за собой целую цепочку не только экономических, но и экологических выгод. Ведь добыча энергоресурсов и производство электроэнергии — наиболее природоемкие секторы народного хозяйства. Современный уровень научно-технического прогресса позволяет снизить энергоемкость общественного продукта на 20—25%, о чем свидетельствует опыт Запада. Это влечет за собой значительное сокращение масштабов загрязнения воздуха, воды и почв.

Необходимо настойчиво и целеустремленно формировать экологическую культуру в сознании каждого человека, без чего невозможно решить экологические проблемы. Сейчас уже появилась некоторая надежда на повышение ее уровня, так как общественность стала уделять экологическим проблемам все больше внимания.

Научно-технический прогресс изменил условия жизни человека, сделал ее более комфортабельной, но вместе с тем и отделил человека от природы. Эта оторванность привела к утилитарному, потребительскому отношению к ней. Практическое отношение человека к природе закономерно. И все же необходимо не только потребительское, но и эстетическое отношение к окружающему миру. Лишь рациональное использование природы в сочетании с любовью к каждому ее проявлению

нию, ко всей ее красоте даст возможность обеспечить будущее планеты, а вместе с ней и человечества.

Широкое распространение экологической культуры дало бы возможность предотвратить не только непосредственное отрицательное влияние производственной деятельности человека на природный мир, но и косвенное, которое часто носит локальный характер и не учитывает своих последствий, обрекая, например, некоторых животных на вымирание или, наоборот, на чрезмерное размножение. Целью экологического образования должно стать осознание всеми людьми идеи гармонического взаимодействия общества и природы, человека и окружающей среды, ответственности за ее состояние, проявляющейся в научно обоснованном воздействии на природу.

Экологическое образование и воспитание нельзя отрывать от формирования личности, так как взаимодействие общества и природы — это прежде всего мировоззренческая проблема. В процессе формирования научного мировоззрения определяется место человека в системе «общество — природа».

Для духовного формирования человека важно, чтобы он с раннего детства общался с природой. Ее облагораживающее влияние будет сказываться на характере человека всю жизнь. С момента, когда ребенок доверчиво потянулся к собаке, подобрал воробья с перебитым крылом, в его сердце поселилась доброта к миру. Обратите внимание, с какими сияющими, счастливыми глазами малыш застывает при виде лошади — для маленького горожанина это незабываемая встреча.

Благотворность влияния природы на человека в пору его становления всегда понимали большие писатели. В своих автобиографических произведениях они вспоминают, как будоражил их фантазию, обострял пылкость ума, рождал стремление преодолеть всевозможные препятствия и собственный страх таинственный, мудрый и безотчетно привлекательный мир природы. Но для того, чтобы природа осветила душу ребенка, необходимо с самых ранних лет создавать то стихийное общение, которое, захватив человека в колыбели, наполняет все его существо и проходит через всю его жизнь. Ведь духовные потребности человека тесно свя-

заны с развитием чувства и осознанием вечной и неиссякаемой красоты природы.

Эстетическое значение природы огромно. Она всегда вдохновляла искусство, была источником великих творений во все времена существования человечества. В лучших произведениях литературы и живописи отражены картины природы. Красота ее способствует творческому вдохновению, вызывает у человека положительные эмоции, воспитывает вкус и чувства. Излюбленные поэтические образы народного творчества заимствованы из природы.

Роль природы в развитии личностных качеств выражается в воспитании доброты, предостерегающей от бессмысленного зла. Личность, которая в своей практической деятельности разрушает гармоническое единство с природой, сама не может быть гармоничной. Но гармония личности не является врожденной, она приобретает в процессе воспитания. Эстетическое воспитание помогает раскрыть перед человеком все богатство мира. «Чувство природы» — важнейший компонент всесторонне развитого человека. Познавание законов гармонии и красоты природы помогает человеку создавать прекрасные города, новую, эффективную и в то же время гуманную технику, не уничтожающую красоту природы, а обогащающую ее. Эстетические переживания, связанные с красотой природы, воспитывают любовь к Родине, прививают вкус к прекрасному, стремление к сохранению природных богатств.

Осознание роли природы в развитии личности основывается на разносторонней нравственно-этической, познавательной и материальной оценке природы. Из этого вытекает право каждого человека на природу, которое реализуется через проявление заботы о состоянии природной среды. Такой подход связан с формированием моральных убеждений о недопустимости расхищения природных богатств. Нравственными по отношению к природе действия человека становятся лишь тогда, когда они согласуются с общественной моралью.

Экологическое воспитание должно опираться не только на чувства людей, но и на их знания в области научного природопользования. Это позволит осуществлять правильный выбор поведения во взаимоотношениях с природой. Ведь любовь к природе не избавляет от необходимости познавать ее закономерности и

правильно их использовать. А так как природа находится в постоянном взаимодействии с человеком, динамические законы этого взаимодействия должны стать основой системы воспитания.

Природа — первоисточник удовлетворения материальных и духовных потребностей человека. Любые потребляемые человеком продукты создаются в конечном счете путем использования природных ресурсов, будь то растения или животные, почва, полезные ископаемые, воздух, вода, солнечная радиация или тепло земных недр. Кроме того, природа — источник научных знаний, развития различных отраслей науки и техники.

Поэтому нарастающая деятельность человеческого общества по использованию природных ресурсов требует серьезного внимания к рациональному потреблению и охране природных богатств. Следовательно, основная задача высшей школы — формирование у студентов понятия рационального природопользования.

В настоящее время складывается определенная система образования и воспитания в области охраны природы. В ее основу положены представления об окружающей среде — природной и преобразованной человеком — как о едином целом. Природоохранное образование рассматривается в этой системе как непрерывное, проводимое и в учебных заведениях (междисциплинарно), и средствами массовой информации. Оно интегрируется применительно к общим задачам и дифференцируется в зависимости от профессиональной ориентации.

Общие теоретические положения экологического образования должны преломляться в различных разделах учебного плана, находить конкретное выражение в программах лекционных курсов, лабораторных занятиях, полевых практиках. Студенты должны получить научно обоснованную систему сведений о возможностях влияния человека на биосферу и изменениях, которые вызываются воздействиями на ее компоненты, приобрести практические навыки в охране окружающей среды через общественную и научно-исследовательскую работу.

Повысить общую культуру студента, помочь ему преодолеть узкую специализацию, научить увязывать конкретный материал по узкой дисциплине с идеями

научного природопользования, эстетической значимости природы — одна из главных задач преподавателя вуза.

Специалист с высшим образованием должен стать пропагандистом идей охраны природы, организатором и руководителем природоохранной работы в вузе, на предприятии, заводе. Природоохранные знания должны представлять единое целое с профессиональными. Особая ответственность в связи с этим ложится на инженерно-технических работников, так как современная техника и новая технология производства должны использоваться ими с учетом сохранения окружающей среды и обеспечения расширенного воспроизводства ресурсов живой природы.

Глава 1. ЭКОЛОГИЯ И НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

Экология и охрана природы тесно связаны между собой, но экология — это фундаментальная наука, а охрана природы — непосредственная практика. Однако обе они имеют социально-экономические аспекты и междисциплинарные сферы взаимодействия.

Экология как наука о взаимодействии организмов между собой и с окружающей абиотической средой служит теоретической основой мероприятий по охране живой природы, по рациональному использованию и расширенному воспроизводству биологических ресурсов.

Термин *экология* ввел известный немецкий зоолог Э. Геккель, который в своих трудах «Всеобщая морфология организмов» (1866) и «Естественная история миротворения» (1868) впервые попытался определить сущность новой науки. Слово *экология* происходит от греческого *oikos*, что означает «жилище», «местопребывание», «убежище». Э. Геккель определял экологию как *общую науку об отношениях организмов к окружающей среде*, куда мы относим в широком смысле все условия существования.

Как научная дисциплина экология имеет более чем вековую историю. Ее основы можно найти в трудах многих выдающихся мыслителей прошлого века (Ламарк Ж. -С., Гумбольд А., Северцов А. Н. и др.). Однако систематические экологические исследования были начаты только в начале XX столетия.

Идею невозможности существования организмов помимо окружающей среды отчетливо сформулировали профессор Московского университета К. Ф. Рулье и известный французский натуралист И. Жоффруа Сент-Иллер. Взгляды Рулье популярно изложены в его лекции, прочитанной в 1852 г. под характерным названием «Жизнь животных по отношению ко внешним условиям». Взаимодействие между организмами и окружающей средой он считал законом природы, «законом общения или двойственных начал».

Научной основой экологии стало учение Ч. Дарвина о борьбе организма за существование. В это понятие он включал не только конкуренцию организмов за жизненные ресурсы, но и их реакции на различные факторы окружающей среды, посредством которых они приспособляются к существованию в конкретных условиях. В развитие экологии значительный вклад внесли известные ученые Д. Н. Кашкарев, С. И. Вавилов, В. Н. Сукачев, Е. Н. Павловский, Д. Н. Формозов и многие другие.

В настоящее время экология представляет собой разветвленную систему наук, в которых используются разнообразные методы, в том числе системный анализ и математическое моделирование. Особая заслуга в развитии экологии принадлежит В. И. Вернадскому — основателю учения о биосфере.

Среда обитания — это та часть природы, которая окружает живой организм и с которой он непосредственно взаимодействует. Составные части и свойства среды многообразны и изменчивы. Любое живое существо живет в сложном и меняющемся мире, постоянно приспосабливаясь к нему и регулируя свою жизнедеятельность в соответствии с его изменениями.

Приспособление организма к среде носит название *адаптации*. Способность к адаптации — одно из основных свойств жизни, так как обеспечивает саму возможность ее существования, возможность организмов выживать и размножаться. Адаптация проявляется на разных уровнях: от биохимии клеток и поведения отдельных организмов до строения и функционирования сообществ и экологических систем. Адаптации возникают и изменяются в ходе эволюции видов.

Отдельные свойства среды, воздействующие на организмы, называются *экологическими факторами*. Факторы среды многообразны. Они могут быть необходимы или, наоборот, вредны для живых существ, способствовать или препятствовать их выживанию и размножению. Экологические факторы имеют разную природу и специфику действия и делятся на три большие группы: абиотические (факторы неживой среды), биотические (связанные с влиянием живых существ) и антропогенные (связанные с деятельностью человека).

К абиотическим факторам относятся климатические,

эдафические, топографические, гидрофизические и гидрохимические.

Из *климатических факторов* основное экологическое значение имеют температура, влажность и свет. Наиболее важен температурный фактор. От его напряженности зависит интенсивность обмена веществ организмов и их географическое распространение, так как любой организм способен жить лишь в определенном интервале температур. И хотя для разных видов организмов эти интервалы различны, для большинства из них амплитуда оптимальных температур, при которых жизненные функции осуществляются наиболее активно, сравнительно невелика.

Температурные пределы, в которых жизненные процессы протекают нормально, называются биокинетическими температурами. Уровень их обусловлен многими факторами, но прежде всего зависит от таксономического положения данного вида растения или животного, которое, в свою очередь, связано с географическим местом происхождения вида и определенными условиями его эволюционного развития.

Большое значение имеет также лучистая энергия Солнца — основной источник жизни на планете. Солнце непрерывно излучает огромное количество лучистой энергии, мощность которой в верхнем пределе атмосферы составляет от 8,4 до 84 Дж / (см²·мин) (солнечная постоянная). По мере приближения к поверхности Земли значительная часть солнечной энергии задерживается атмосферой и растительностью.

Как экологический фактор лучистая энергия определяется длиной волн. На этой основе в пределах всего светового спектра различают видимый свет, а также ультрафиолетовую и инфракрасную его части. Ультрафиолетовые лучи оказывают химическое воздействие на живые организмы, а инфракрасные — тепловое.

Основную экологическую значимость имеют четыре фактора: фотопериодизм, представляющий собой закономерную смену светлого и темного времени суток; интенсивность освещения (в люксах); напряжение прямой и рассеянной радиации (в джоулях на единицу поверхности за единицу времени) и химическое воздействие световой энергии (длина волн, Нм). Значение света¹

¹ Свет — видимая часть спектра лучистой энергии. Характеризуется длиной волны от 0,4 до 0,8 Нм.

как экологического фактора связано с возможностью фотосинтеза зеленых растений и в конечном счете с созданием органического вещества, в т. ч. растительной биомассы, с суточным ритмом организмов и т. п.

К *адафическим факторам* относится вся совокупность физических и химических свойств почв (структура, химический состав, циркулирующие в почве вещества — газ, органические и минеральные элементы и др.). Адафическими факторами определяется жизнедеятельность организмов, обитающих в почве постоянно или временно.

К *гидрохимическим* и *гидрофизическим* относятся все факторы, связанные с водой. Роль воды как экологического фактора определяется ее физическими и химическими свойствами, а также подвижностью. Вода — среда обитания разнообразных живых организмов, и тела их в основном состоят из воды. Так, содержание воды в растениях колеблется в пределах 40—98%, в теле животных — 35—83%. Без воды не могут осуществляться процессы обмена веществ. Поддержание водного баланса необходимо для всех живых организмов. Огромное значение в жизни растений и животных имеет физическое состояние воды¹.

Все живые организмы в зависимости от потребности их в воде, а следовательно, и местообитания подразделяются на несколько экологических групп: водные, или гидрофильные (живут постоянно в воде), гигрофильные (живут в очень влажных местах), мезофильные (отличаются умеренными потребностями в воде) и ксерофильные (живут в сухих местах). Каждая из перечисленных групп — хороший индикатор господствующих в данной местности экологических условий.

Между гетеротрофными организмами существуют два типа связей: гомотипические (т. е. взаимоотношения между особями одного и того же вида) и гетеротипические (взаимоотношения между особями разных видов). Формы взаимоотношений весьма разнообразны. Так, среди гетеротипических форм связей встречаются нейтраллизм, конкуренция, симбиоз, паразитизм, хищничество и некоторые другие.

К биотическим факторам относят всю сумму воздей-

¹ Вода может быть в трех состояниях: парообразном (влажность), жидком (туман, дождь) и твердом (снег, град).

ствий, которые оказывают друг на друга живые существа — бактерии, растения, животные. Биотическими факторами являются неизменяемые организмы абиотические условия среды (влажность, температура и др.) и взаимоотношения между организмами, прямые воздействия одних из них на другие. Иначе, характер биотических факторов определяется формой взаимосвязей и взаимоотношений живых организмов. Эти взаимоотношения чрезвычайно разнообразны. Они могут складываться на почве совместного обитания, питания и размножения. В связи с этим биотические факторы принято условно делить на три группы.

Топические взаимоотношения организмов на почве их совместного обитания (антагонизм микроорганизмов); угнетение или подавление одним видом организмов развития других видов; выделение растениями летучих веществ — фитонцидов, обладающих антибактериальными свойствами, и т. п.

Трофические поглощения. По способу питания все обитатели нашей планеты делятся на две группы: автотрофные и гетеротрофные. Автотрофные (греч. *autos* — сам, *trophe* — пища) организмы обладают способностью создавать органические вещества из неорганических, которые затем используются гетеротрофными организмами. Использование органических веществ в качестве пищи у гетеротрофных организмов различное: одни используют живые растения или их плоды, другие — мертвые остатки животных и т. д. Каждый организм в природе в конечном счете прямо или косвенно служит источником питания. В то же время сам он существует за счет других организмов или продуктов их жизнедеятельности.

Генеративные отношения. Эти отношения складываются на основе размножения.

К антропогенным факторам относят все формы деятельности человеческого общества, приводящие к изменению природы как среды обитания других видов или непосредственно сказывающиеся на их жизни. В ходе истории человечества развитие охоты, а затем сельского хозяйства, промышленности, транспорта сильно изменило природу планеты. Антропогенные воздействия на весь живой мир Земля продолжают стремительно возрастать.

Один и тот же фактор среды имеет различное зна-

чение в жизни совместно обитающих организмов разных видов. Например, сильный ветер зимой неблагоприятен для крупных, открыто обитающих животных, но не имеет значения для более мелких, которые укрываются в норах или под снегом. Солевой состав почвы важен для питания растений, но безразличен для большинства наземных животных и т. п.

Некоторые свойства среды относительно постоянны на протяжении длительных периодов в эволюции видов. Таковы, например, свойства атмосферы, солнечная постоянная, солевой состав океана, сила тяготения. Большинство же экологических факторов, например, температура, влажность, ветер, осадки, наличие укрытий, пищи, хищников, паразитов, конкурентов и т. д., очень изменчиво в пространстве и времени. Степень изменчивости каждого из них зависит от особенностей среды обитания. Так, температура сильно варьирует на поверхности суши, но почти постоянна на дне океана или в глубине пещер. Паразиты млекопитающих живут в условиях избытка пищи, тогда как для свободноживущих хищников ее запасы меняются вслед за изменением численности жертв.

Изменения факторов среды во времени могут быть *регулярно-периодическими*, меняющими силу воздействия в связи со временем суток и сезоном года или ритмом приливов и отливов в океане; *нерегулярными*, без четкой периодичности, например, изменения погодных условий в разные годы, явления катастрофического характера — бури, ливни, обвалы и т. п.; *направленными* на протяжении определенных, иногда длительных, отрезков времени, например, при похолодании или потеплении климата, зарастании водоемов, постоянном выпасе скота на одном участке и т. п.

Экология — один из сравнительно молодых и бурно развивающихся разделов биологии — изучает взаимоотношения организмов между собой и со средой обитания. Однако взаимодействие организмов со средой рассматривает каждая биологическая наука. Экология же затрагивает лишь ту его сторону, которая обуславливает развитие, размножение и выживание особей, а также структуру и динамику популяций и сообществ.

Популяцией в экологии называют группу особей одного вида, находящихся во взаимодействии между собой и совместно населяющих общую территорию.

Слово *популяция* происходит от латинского *популюс* — народ, население. Экологическую популяцию, таким образом, можно определить как население одного вида на определенной территории.

Группировки совместно обитающих и взаимосвязанных организмов называют *биоценозами* (от лат. *биос* — жизнь, *ценоз* — общий). Приспособленность членов биоценоза к совместной жизни выражается в определенном сходстве требований к важнейшим абиотическим условиям среды и закономерных отношениях друг с другом.

Масштабы биоценологических группировок организмов разнообразны — от сообществ подушек лишайников на стволах деревьев или разлагающемся пне до населения целых ландшафтов: лесов, степей, пустынь и т. п.

Сообщества организмов связаны с неорганической средой теснейшими материально-энергетическими связями. Растения могут существовать только за счет постоянного поступления в них углекислого газа, воды, кислорода, минеральных солей. Гетеротрофы живут за счет автотрофов, но нуждаются в поступлении таких неорганических соединений, как кислород и вода.

В любом конкретном местообитании запасов неорганических соединений, необходимых для поддержания жизнедеятельности населяющих его организмов, хватило бы ненадолго, если бы эти запасы не возобновлялись. Возврат биогенных элементов в среду происходит как в течение жизни организмов (в результате дыхания, экскреции, дефекации), так и после их смерти, в результате разложения трупов и растительных остатков.

Таким образом, сообщество образует с неорганической средой определенную систему, в которой поток атомов, вызываемый жизнедеятельностью организмов, имеет тенденцию замыкаться в круговорот. Любую совокупность организмов и неорганических компонентов, в которой может осуществляться круговорот веществ, называют *экосистемой*.

Для поддержания круговорота веществ в системе необходимо наличие запаса неорганических молекул в усвояемой форме и трех функционально различных экологических групп организмов: продуцентов, консументов и редуцентов. *Продуцентами* выступают автотрофные организмы, способные строить свои тела за счет неорганических соединений. *Консументы* — это гетеро-

трофные организмы, потребляющие органическое вещество продуцентов или других консументов и трансформирующие его в новые формы. *Редуценты* живут за счет мертвого органического вещества, переводя его вновь в неорганические соединения. Классификация эта относительна; так как и консументы, и продуценты выступают частично в роли редуцентов, в течение жизни выделяя в окружающую среду минеральные продукты обмена веществ.

В некоторых типах экосистем вынос вещества за их пределы настолько велик, что стабильность поддерживается в основном за счет притока такого же количества вещества извне, тогда как внутренний круговорот малозффективен. Таковы приточные водоемы, реки, ручьи, участки на крутых склонах гор. Другие экосистемы имеют значительно более полный круговорот веществ и относительно автономны (леса, луга, степи, озера и т. п.) Однако ни одна, даже самая крупная, экосистема Земли не имеет полностью замкнутого круговорота. Материки интенсивно обмениваются веществом с океанами, причем большую роль в этих процессах играет атмосфера, а вся наша планета получает часть материи из космического пространства и часть своей материи отдает в космос.

Параллельно с концепцией экосистем успешно развивается учение о биогеоценозах, автором которого был академик В. Н. Сукачев. «Экосистема» и «биогеоценоз» — близкие по сути понятия, но если первое обозначает системы, обеспечивающие круговорот любого ранга, то второе — понятие территориальное, относимое к таким участкам суши, которые заняты определенными единицами растительного покрова — фитоценозами. Наука о биогеоценозах — *биогеоценология* — выросла из геоботаники и направлена на изучение функционирования экосистем в конкретных условиях ландшафта, в зависимости от свойств почвы, рельефа, характера окружения биогеоценоза и составляющих его первичных компонентов — горной породы, животных, растений, микроорганизмов.

Биогеоценология рассматривает поверхность Земли как сеть соседствующих биогеоценозов, связанных между собой через миграцию веществ, но в разной степени автономных и специфичных по своим круговоротам. Конкретные свойства участка, занятого биогеоценозом,

придают ему своеобразие, выделяя из других, сходных по типу.

Обе концепции — экосистем и биогеоценозов — дополняют и обогащают друг друга, позволяя рассматривать функциональные связи сообществ и окружающей их неорганической среды в разных аспектах и с разных точек зрения.

БИОСФЕРА И ПРОЦЕССЫ, ПРОИСХОДЯЩИЕ В НЕЕ

Биосфера Земли — оболочка, охватывающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхние слои литосферы. Состав, структура и энергетика ее в значительной степени обусловлены жизнедеятельностью организмов. Другими словами, это «область существования живого вещества», как определял ее В. И. Вернадский.

Академику В. И. Вернадскому принадлежит заслуга в разработке теоретических аспектов учения о биосфере, определении достаточно строгой формулировки этого понятия, установлении ее границ и роли в общей энергетике и геохимической работе Земли. На основании исследований он пришел к выводу об исключительно важном значении живых организмов в протекании геохимических процессов на земной поверхности и в формировании лика Земли. В его понимании биосфера — одна из геологических оболочек Земли, отличительная черта которой — участие во всех процессах живого вещества.

Биосфера сложна по составу, строению и организованности оболочки, в которую входят все живые организмы, биогенные вещества (уголь, нефть, известняки и т. п.), косное вещество, в образовании коего живое не участвует, биокосное вещество, создаваемое с помощью живых организмов, и вещество космического происхождения. Биосфера включает в себя все живые организмы, находящиеся во взаимодействии с физической средой Земли и обитающие в атмосфере (10—15 км), гидросфере (8—10 км) и литосфере (от десятков метров до 3 км). Она представляет собой открытую термодинамическую систему, через которую проходит поток энергии от Солнца. Живые организмы аккумулируют солнечную энергию, превращают ее в химическую и создают все многообразие жизни.

Миграция химических элементов в биосфере связана с жизнедеятельностью живых организмов, их дыханием, питанием, размножением, смертью и разложением. Живые организмы принимают участие в перераспределении химических элементов, образовании горных пород и минералов, выполняют геохимические функции (окислительно-восстановительную, газовую, концентрационную), т. е. все функции созидания и разрушения. Благодаря активному участию в процессах круговорота веществ биогенная миграция атомов меняет течение всех химических реакций в земной коре, изменяет историю многих химических элементов, является механизмом медленного проникновения внутрь планеты лучистой энергии Солнца.

Биогенная миграция атомов возможна благодаря важнейшему свойству жизни — способности к самовоспроизведению. Она меняет биосферу и земную кору, что, в свою очередь, отражается на характере и строении живых существ. Такой подход к изучению роли живых организмов в биосфере позволил В. И. Вернадскому выявить генетическую и функциональную общность живых организмов с их средой обитания, показать непрерывную связь неорганической и органической природы, открыть планетарную роль фотосинтеза в преобразовании растениями космической энергии в свободную — земную.

И до В. И. Вернадского было известно, что живые организмы принимают активное участие в круговороте химических элементов, в образовании горных пород и минералов. Однако лишь ему удалось доказать, что живое вещество изменяет историю всех химических элементов, что оно выступает как глубокий и мощный геологический процесс. За сравнительно небольшое время все вещество биосферы может обновиться, пройдя через живые организмы. Так, весь кислород планеты, являясь продуктом фотосинтеза, обновляется через каждые 3000 лет, а все молекулы углекислоты — через каждые 300 лет.

Все живые организмы, так или иначе используя друг друга, образуют биологический круговорот: растения создают вещества, которые служат пищей для животных, а из минеральных солей и органических веществ вновь синтезируются живые организмы. И так без конца. В результате разложения сложных органических

соединений освобождается необходимая энергия для поддержания жизнедеятельности организмов. С помощью деструкторов, преимущественно микроорганизмов, происходит естественное самовосстановление процессов в биосфере.

Таким образом, биологический круговорот — это круговая циркуляция веществ между почвой, растениями и микроорганизмами. Помимо этого существует и большой, или геологический, круговорот, т. е. круговорот веществ между океаном и сушей. Биологический круговорот развивается на основе геологического, используя особенности последнего. Круговорот веществ — это постоянное движение составных частей биосферы и экологических систем на всех уровнях организаций жизни.

Биологический круговорот основывается на взаимодействии синтеза и деструкции (разрушения, нарушения нормальной структуры) и представляет собой одну из наиболее существенных характеристик жизни, благодаря которой обеспечивается ее непрерывность. Процессы созидания, накопления и расщепления органических веществ строго согласованы между собой, причем в ходе эволюции биосферы процессы синтеза преобладали над процессами распада, благодаря чему стало возможным появление кислорода и накопление полезных ископаемых.

В. И. Вернадский писал, что ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой. Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше. Биосфера, оберегаемая людьми, в этом смысле превращается в ноосферу — мир разумных, научно обоснованных поступков в глобальном масштабе.

Учение Вернадского лежит в основе современного представления о взаимосвязях и сопряженной эволюции всех структур биосферы. Оно положено в основу международных и национальных программ, таких, как Международное гидрологическое десятилетие, Всемирная климатическая программа, Международная биологическая программа и др.

По мнению Вернадского, появление человека означало новую ступень биосферы, и от человека теперь

зависит ее судьба. В связи с этим человечеству необходимо выработать единую стратегию взаимодействия с природой, оно должно сформировать новое экологическое сознание, перейти к новым формам мышления, к новым технологиям, отвечающим современному этапу развития. «Мы живем в знаменательное время в истории нашей планеты — антропогенной эре, когда стихийно в течение миллионов лет человек с остановками, но неуклонно, в последнее столетие все быстрее, становится геологической силой, меняющей лик планеты. От нас зависит сделать стихийный процесс сознательным, превратить область жизни — биосферу в царство ума — в ноосферу», — писал Вернадский.

КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ В ПРИРОДЕ

Жизнь на Земле с самого начала стала возможной благодаря притоку космической энергии, прежде всего энергии Солнца. Наиболее общий механизм ее фиксации, накопления и перераспределения связан с жизнедеятельностью растительных фотосинтезирующих организмов и их взаимодействием с животными, микроорганизмами и неживой природой. Они неуклонно аккумулируют энергию в органических соединениях, из которых складывается биомасса живого вещества суши и Мирового океана, в гумусе почв и торфяных отложениях, во взвешенном и донном органическом веществе рек, озер, океана. Наконец, ископаемые ресурсы энергии все того же биогенно-космического происхождения, но образовавшиеся в далеком геологическом прошлом, заключены в нефти, горючих газах и сланцах, в битумах и каменных углях. И все эти фантастические массы энергии постоянно перемещаются, что предопределено различными мировыми экологическими системами.

В первую экологическую систему входят растения, животные и почвенный покров. В ее пределах формируется биомасса, связывается и перераспределяется солнечная энергия, влага, углерод атмосферы, кислород, водород, азот, фосфор, сера, кальций, калий и другие «строители жизни», выделяется в атмосферу свободный кислород.

Другую мировую экологическую систему образуют в совокупности с океаном высшие и низшие водные

растения. Они также связывают солнечную энергию, углерод, азот, фосфор и другие биофилы, образуя растительную биомассу и освобождая кислород, поступающий в атмосферу.

При этом растительные организмы и пищевые цепи связанных с ними животных и бактерий вовлекают в свои ткани многие элементы (водород, кислород, азот, фосфор, серу, кальций, калий, магний, кремний, алюминий, марганец) и микроэлементы (йод, кобальт, медь, цинк), одновременно отделяя легкие изотопы углерода, водорода, кислорода, азота и серы от более тяжелых форм.

Организмы суши, водной и воздушной среды, непрерывно (прижизненно и посмертно) обмениваясь со своим окружением, воспринимают и отдают широкий разнообразный спектр минеральных и органических соединений в виде газов, растворов и твердых тел.

Нагревание водных масс, образование и конденсация паров, выпадение атмосферных осадков и движение поверхностных и подземных вод (по уклону — от областей питания к областям испарения) являют собой вторую важную форму накопления, удержания и перераспределения космической энергии Солнца на планете и в ее биосфере.

Наконец, эрозия, химические трансформации, транспорт, перераспределение, осаждение и накопление химических и механических осадков на суше и в океане — все это звенья единой цепи передачи и превращения энергии и работы, выполняемой мировым и локальными круговоротами воды. Неравномерное нагревание воздуха и воды вызывает планетарные перемещения водных и воздушных масс, формирует перепады плотности и давления, океанические течения и грандиозные процессы атмосферной циркуляции, которые носят сезонный характер.

В реальной жизни Земли все эти три планетарных процесса тесно переплетаются, образуя общеземной и локальные круговороты веществ, направляя и перераспределяя энергию, поступающую от Солнца.

С момента зарождения жизни, за 2,5—3 миллиарда лет ее истории земная кора, атмосфера и гидросфера были глубоко биологизированы. На планете оформилась биосфера, построенная бесчисленными и разнообразными мозаиками биогеоценозов (совокупность рас-

тений и животных на определенном геологическом участке Земли) и экосистем. Почвенный покров и биоценозы суши тесно связаны с атмосферой и находятся в постоянном и закономерном взаимообмене с ней веществами в твердых, жидких и газообразных формах. Мировой океан и атмосферная оболочка, в свою очередь, связаны потоками энергии, газов, аэрозолей, выпадением и испарением влаги.

Наконец, экосистемы суши и Мирового океана связаны между собой через бесчисленные водные стоки и воздушную миграцию. Их обеспечивают образование, перенос и выпадение атмосферных осадков, аэросuspензий и аэрозолей, а также обмен массами живого и мертвого материала. Имеется в виду питание и миграция птиц, а также водных и сухопутных животных, приливы и отливы, подъемы и опускания суши.

За миллиарды лет биологической эволюции планеты сложился биогеохимический круговорот и произошла дифференциация химических элементов в природе. Они создали биосферу и стали основой ее нормального функционирования.

Круговорот веществ и энергии в природе складывается из нескольких взаимосвязанных процессов:

- регулярно повторяющегося или непрерывного притока энергии, а также образования и синтеза новых соединений;

- постоянного или периодического переноса и перераспределения энергии, выноса и направленного перемещения синтезированных соединений под влиянием физических, химических и биологических агентов;

- направленного ритмического или периодического последовательного преобразования, разложения и деструкции (разрушение) синтезированных ранее соединений под влиянием биогенных или абиогенных воздействий среды;

- постоянного или периодического образования простейших минеральных и органо-минеральных компонентов в газообразном, жидком или твердом состоянии, которые играют роль составных компонентов для новых — очередных — синтетических циклов круговорота веществ.

Биологические циклы обусловлены жизнедеятельностью организмов в самом широком смысле: питанием, пищевыми связями, размножением, ростом, пере-

движением, выделением метаболитов, смертью, разложением, минерализацией. Разумеется, абиогенные циклы сложились намного раньше биологических; они включают в себя весь комплекс геологических, геохимических, гидрологических и атмосферных процессов.

На протяжении нескольких сотен миллионов лет круговорот веществ в природе направлялся совместным действием биологических, геохимических и геофизических факторов. В последние 50—100 лет многосторонняя хозяйственная деятельность человека возвысила роль антропогенных факторов до уровня биогеохимических воздействий, а в некоторых звеньях, причем не только локально или регионально, но и глобально, приобрела главное значение. В результате антропогенные факторы стали нарушать и изменять прежде нормальные биогеохимические циклы.

Установившиеся в процессе эволюции «здоровые» биогеохимические циклы носят круговой, почти замкнутый характер. Благодаря этому поддерживается постоянство и динамическое равновесие состава, количества и концентрации вовлеченных в круговорот компонентов, а также генетическая и физиологическая приспособленность, «гармоничность» организмов и окружающей биосферы. Однако гармоничность и равновесие могут сдвигаться в ту или иную сторону, в результате чего в атмосфере накапливаются азот и кислород, а в земной коре — соединения углерода (нефть, известняк, уголь). По той же причине постепенно уменьшается содержание углекислого газа в воздухе, а в океан и пустыни выносятся легкорастворимые соли.

Состояние биосферы характеризуется величиной биомассы, количеством углерода и связанной в биомассе (на поверхности и в почве) энергии, годичным приростом и количеством минеральных веществ, вовлеченных в состав биомассы.

Характеристика биомассы планеты:

Живое вещество суши	
Биомасса лесов	10^{12-13} т
Минеральные вещества и азот (суша)	10^{11-12} »
Энергия, связанная в биомассе суши	10^{10} »
Энергия, связанная в корнях и гумусе почвы	10^{19-20} ккал
Энергия, связанная в растворенном органическом веществе океана	10^{19-20} »
Годичный прирост: тайга	10^{19} »
леса лиственные	4—7 %
травы	10—15 »
	30—15 »

Все эти величины подсчитаны различными учеными, причем весьма приближенно, так как работа по оценке размеров биомассы и ее состава весьма сложна и трудоемка, но она необходима для ответа на важный вопрос: уменьшается или увеличивается биомасса и в каких частях планеты в связи с существованием современного человеческого общества.

Приведенные характеристики отражают жизнедеятельность растений, животных и микроорганизмов, непрерывный прижизненный и посмертный обмен составляющих их веществ со средой, а также перераспределение и рассеивание энергии, предварительно связанной процессами фотосинтеза, что и является основным содержанием круговорота веществ в биосфере.

«Вклад» различных элементов в оборот неравномерен. Доказано, что главными составными элементами живого вещества являются кислород (65—70%) и водород (10%). Остальные элементы представлены углеродом, азотом, кальцием (от 1 до 10%), серой, фосфором, калием, кремнием (от 0,1 до 1%), железом, натрием, хлором, алюминием и магнием (от 0,1 до 1%).

Вмешательство человека существенно меняет процентное соотношение элементов, причем важнейшее и наиболее массовое нарушение нормального биогеохимического круговорота веществ в биосфере связано с уничтожением лесов и заменой их травяным покровом, распашкой прерий, пампасов, степей, орошением пустынь и возделыванием на их месте культурных растений с отчуждением урожая и продуктов животноводства. И хотя удобрения включают в круговорот от 100 до 300 килограммов азота, фосфора и калия на один гектар, с урожаями из него уходит до 400—600 килограммов солевых веществ и азота с каждого гектара.

Для понимания глубинных процессов в биосфере чрезвычайно важна индивидуальная значимость того или иного химического элемента. Биомасса растений значительно более земной коры обогащена углеродом, водородом, азотом и кислородом, а биомасса животных, кроме того, — фосфором и серой. Из других элементов наиболее широко представлены кальций, калий, кремний, а из микроэлементов — стронций, бор, цинк, молибден, медь и никель. Именно они проявляют себя как главные участники биогеохимического круговорота

веществ, так как основные строители жизни — биофилы. Вообще же в состав живого в различных пропорциях вовлечены все элементы периодической таблицы Менделеева.

Столь же интересна и средняя продолжительность общего цикла обмена углерода, азота и воды, вовлеченных в биологический круговорот. Для суши в целом этот цикл укладывается в период продолжительностью от 300—400 до 1000 лет. В соответствии с этой средней скоростью идет освобождение минеральных соединений, связанных в биомассе, а также освобождение и минерализация веществ гумуса почвы.

Установлено, что одни элементы наиболее прочно удерживаются в живом веществе и почве (азот, фосфор, калий и кальций), а другие интенсивно выщелачиваются и выносятся в реки и моря (хлор, магний, сера). В зависимости от климатических условий, растительного покрова и естественного дренажа местности эта характеристика меняется. К группе активных «путешественников» следует отнести хлор, серу, бор, бром, фтор, а к «ленивцам» — кремний, калий, фосфор, медь, никель и особенно алюминий и железо.

Учитывая опасность нарушения природных биологических круговоротов, хозяйственную деятельность человека необходимо планировать с учетом цикличности природных процессов. Особенно тщательно их следует учитывать в земледелии, пастбищном животноводстве, водоснабжении, навигации. Нельзя забывать, что чуткость почвы к вмешательству человека огромна. Распашка, внесение минеральных удобрений, загрязнение нефтью и тяжелыми металлами весьма обедняют ее фауну. В результате нарушаются и даже полностью выпадают звенья нормальных пищевых цепей и биогеохимических циклов.

Определяющую роль в истории формирования фитосферы сыграли биогеоценозы лесных и травянистых ландшафтов. Они же и поныне остаются основным механизмом удержания космической энергии и образования фитомассы, включающей огромные количества углерода, воды и распространенных биофилов. Часть ее используется животными, опадает с растений, минерализуется, поступает в почву и воды суши. Но с помощью фотосинтеза примерно такое же количество «строителей жизни» возвращается в живую фитомассу.

Благодаря непрестанному функционированию системы «атмосфера — почва — растения — животные — микроорганизмы» сложился биогеохимический круговорот многих химических элементов и их соединений, охватывающий сушу, атмосферу и внутриконтинентальные воды. Его суммарные характеристики сопоставимы с суммарным речным стоком суши или суммарным поступлением веществ из верхней мантии в биосферу планеты. Именно поэтому живое вещество планеты уже многие миллионы лет назад само стало фактором геологического значения.

В то же время биогеохимический цикл химических элементов тесно связан с жизнедеятельностью растительности, внутрипочвенной микрофлоры и фауны. В сущности, это единый сложный множественный цикл, включенный в сезонные и вековые циклы климата, тектоники, рельефа, гидрологических процессов.

Так, общепланетарный годичный цикл кислорода, охватывающий до $70-80 \cdot 10^9$ тонн, включает экосистемы суши и океана. Полный обмен всего кислорода атмосферы протекает примерно за 3000 лет. Время же, необходимое для разложения массы воды, равной по объему океану, с помощью фотосинтеза исчисляется уже 5—6 миллиардами лет. Такие же соотношения характеризуют общепланетарные циклы углерода, азота, фосфора. Общепланетарные климатические и геохимические циклы, охватывающие всю атмосферу, весь океан, толщи донных осадков и кору выветривания, протекают крайне медленно, исчисляясь сотнями тысяч и миллионами лет. Поэтому грандиозные по размерам и протекающие в крайне короткие сроки — десятки лет — изменения и нарушения, связанные с вмешательством человека, перегружают установившиеся скорости обменов и ведут к тяжелым отрицательным последствиям.

Наибольшие изменения от хозяйственной деятельности человека претерпели почвенный покров, растительность и водоемы суши, а также приустьевые зоны морей. Особенно сильно нарушило нормальный общепланетарный круговорот веществ и его звеньев земледелие с его современной техникой. Под города, поселки, шахты, предприятия и транспортные магистрали были заняты сотни миллионов гектаров суши различных экосистем, что полностью исключило из биосферы

главные звенья биогеохимического круговорота элементов — почву и растения. Сокращение площадей, эрозия, засоление и опустынивание почв на один-два порядка уменьшило их продуктивность и биомассу. Хотя подобные изменения и локальны, но необратимы, а ввиду их многочисленности они приобретают региональное и общемировое значение.

Казалось бы, все это должно было снизить интенсивность фотосинтеза, однако на планете в целом этого не произошло. Высокопродуктивное земледелие на месте малопродуктивных лесов и болот прошлого, а также орошаемое земледелие засушливых областей, хотя и частично, но возмещает в мировом биогеохимическом круговороте потери, вызванные отчуждением и разрушением почв малопродуктивных лесов, степей и пустынь.

Извечная продолжительность и направленность притока энергии сложившихся общепланетарных и региональных биогеохимических циклов создает закономерную географическую картину климата планеты и распределения на суше типов коры выветривания и почв, грунтовых и речных вод различного химизма, флоры и фауны. Так создается устойчивый биогеохимический фон местности. Его можно разделить на гео- и биогеохимические провинции, благоприятные или неблагоприятные для человека.

В качестве критерия такой оценки можно воспользоваться содержанием (избытком или недостатком) важнейших биофильных элементов. На нормальном биогеохимическом фоне образуются естественные геохимические аномалии. Нередко с геохимическим фоном или аномалиями связаны эндемические болезни, низкая продуктивность почв, плохое качество воды. Именно поэтому, в частности, важно знать такие зоны и наносить их на карты.

Ежедневно с пищей и водой в организм человека поступают самые разнообразные соединения. Без них немислима жизнедеятельность живых организмов. Но избыток какого-либо элемента в среде обитания вызывает определенное заболевание у живого организма. Разница между физиологической потребностью и тем количеством элемента, которое может вызвать патологию, как правило, очень невелика. Например, для таких элементов, как железо, цинк, медь, цезий, марга-

нец, это отношение равно 50. Всего в 50 раз надо превысить нормальное содержание этих элементов в суточном рационе, чтобы началось отравление организма. Служащие пищей для людей растения и животные, накапливая в себе тяжелые металлы, становятся одним из источников их поступления в организм человека.

Свинец. Разница между его средними концентрациями, безвредными для людей, и теми, что вызывают симптомы отравления, самая маленькая среди тяжелых металлов. Первыми под удар попадают нервная и кровеносная системы. Особенно чувствительны к свинцовым отравлениям дети. В штате Виргиния (США) исследовали захоронения 200-летней давности. Оказалось, что скелеты рабовладельцев содержат значительно больше свинца, чем кости рабов. Ведь рабы пользовались дешевой деревянной посудой и воду пили прямо из колодцев, а рабовладельцы — из свинцовых сосудов.

В среднем в организме человека содержится 120 мг свинца. Свинец распределяется по всем органам и тканям, но скелет играет наиболее важную роль в его аккумуляции. Десять лет требуется для того, чтобы накопленный в костях свинец уменьшился лишь на половину.

В результате хозяйственной деятельности человека миграция свинца в окружающей среде, в частности в системе почва — вода — атмосфера — живое вещество, приобрела гигантские масштабы. До 90% от общего количества выброса свинца принадлежит продуктам сгорания бензина с примесью свинцовых соединений. Появление значительных количеств рассеянного свинца в геосфере привело к повышению накопления этого металла в организмах растений, животных и человека.

В результате процессов самоочищения атмосферы значительная часть свинца либо осаждается вблизи источников загрязнения, либо возвращается на поверхность суши и океанов с осадками. По подсчетам Ч. Паттерсона с атмосферными осадками в Мировой океан возвращается примерно 250 тыс. т металла в год, а 100 тыс. т рассеивается над континентами, частично попадая в речные воды и озера. Важнейший источник повышенного количества свинца в гидросфере — выпадение его из атмосферы. Городская пыль может содержать до 1% металла. Содержание свинца в дожде и снеге колеблется от 1,6 мкг/л в районах, удаленных от

промышленных центров, до 250—350 мкг/л в крупных городах. Поступление свинца в водоемы со сточными водами промышленности — немаловажный источник накопления этого металла в гидросфере.

Биогеохимический круговорот свинца в природе отражает не столько циклические, сколько поступательные процессы обмена веществ между организмами и средой их обитания. Влияние свинца на компоненты трофической цепи можно продемонстрировать величинами возрастания концентраций этого металла в воде и морских организмах. В донных водорослях концентрации возрастают в 700 раз, в фитопланктоне — в 4000, в зоопланктоне — в 3000 и в моллюсках — в 4000 раз.

Человек, представляющий конечное звено пищевой цепи, испытывает на себе наибольшую опасность нейротоксического воздействия тяжелых металлов вследствие возрастания биологической аккумуляции вдоль пищевой цепи. Органические соединения свинца поступают в организм человека через кожу и слизистые оболочки, с пищей и водой, неорганические (например, содержащиеся в выхлопных газах) — через дыхательные пути и пищеварительный тракт. Ежедневно житель города, вдыхающий 20 м^3 воздуха с содержанием свинца $2 \cdot 10^3 \text{ мг/м}^3$, поглощает с пищей до 45 мкг, в организме задерживается 16 мкг, что составляет 40% поступившего свинца. Поглощенный свинец проникает в кровь, распределяется в костных (до 90%) и мягких (печень, почки) тканях. В результате в организме человека постоянно содержится от 100 до 400 мкг этого металла.

По данным Международной организации здравоохранения, нормальный уровень содержания свинца в крови человека колеблется в пределах от 15 до 40 мкг на 100 мл. Предельно допустимая же концентрация составляет 50—100 мкг/100 мл. Так, по сведениям Американской педиатрической академии, около 5% городских детей в США имеют клинически выраженные симптомы поражения центральной нервной системы солями свинца. Возрастание степени вовлеченности свинца в биологический круговорот наглядно подтверждается тем фактом, что минимальная концентрация его в крови современного человека (0,2 мкг/100 мл) в 100 раз превышает содержание этого металла в крови первобытного человека.

Кадмий. Антропогенное загрязнение окружающей среды кадмием значительно превышает его поступление через систему природных процессов (выветривание, вулканические извержения и т. д.). Кадмий поступает в окружающую среду через воздух и воду при добыче и промышленной переработке сырья, при сгорании некоторых видов топлива, при сжигании городских отходов, со сточными водами, при изнашивании предметов, содержащих кадмий, и т. п. С речным стоком в море попадает незначительное количество кадмия, который аккумулируется планктоном, морскими растениями и рыбами. Скорость накопления пропорциональна концентрации металла в морской воде. Удобрения, производимые из морских фосфоритов, часто повышают содержание кадмия в почвах.

Металлургические предприятия, выбрасывающие основное количество этого металла, оказывают большое влияние на содержание кадмия в почвах вокруг источника выброса. Из почв кадмий может выноситься водами и абсорбироваться растениями. Поступление кадмия в растения происходит двумя путями: с оседающей пылью и в результате адсорбции из почв. Увеличение содержания кадмия в сельскохозяйственных растениях обуславливает и повышенное содержание его в пищевых продуктах.

Кадмий обладает способностью накапливаться в живых организмах при длительном воздействии пыли и угля, а также продуктов, содержащих повышенное количество этого металла. Установлено, что в организм взрослого жителя США в сутки поступает 50—60 мкг, Швеции—15—20 и Японии—80 мкг кадмия, причем большая часть поглощается человеком с пищей и из воздуха. Однако в человеческом организме абсорбируется лишь незначительная часть кадмия (около 2 мкг/сут), остальная же быстро выводится. Однако хроническое воздействие даже незначительных концентраций может привести к серьезным заболеваниям нервной системы и костных тканей. Тяжелое костное заболевание (итай-итай), вызванное хроническим отравлением кадмием, впервые было отмечено в Японии в 1956 г. Источником отравления оказался рис, содержащий отходы горнодобывающей промышленности. Ежедневное потребление кадмия в регионах распространения этого заболевания составляло около 60 мкг.

Ртуть может попасть в организм при дыхании, с пищей и через кожу. Особенно токсичны органические соединения ртути: метилртуть, этилртуть и другие, образующиеся в природе. В организме ртуть циркулирует в крови, соединяясь с белками, и частично откладывается в печени, почках, селезенке, ткани мозга. Соединения ртути легко проникают в плод через плаценту и в материнское молоко и поэтому особенно опасны для грудных детей. Из организма ртуть выделяется через почки, кишечник, потовые железы. Примерно 70 дней необходимо, чтобы накопленное в организме количество ртути уменьшилось наполовину.

При хронических отравлениях наблюдаются признаки поражения центральной нервной системы, эмоциональная неустойчивость, раздражительность, снижение работоспособности, нарушение сна, дрожание пальцев, снижение обоняния, головные боли. Характерный признак отравления — появление по краям десен каймы сине-черного цвета.

Ртуть попадает в атмосферный воздух при работе предприятий цветной металлургии в виде паров металлов или неорганических соединений. Из атмосферы частицы ртути вымываются на поверхность суши, а затем с поверхностным стоком поступают в водоемы. В водосмах под влиянием микроорганизмов соединения ртути трансформируются в высокотоксичные органические формы (метилртуть), которые наносят большой вред живым организмам.

Новые химические вещества. Современное промышленное производство создает принципиально новые материалы, не существовавшие ранее в природе и во многом чуждые живым организмам по своей физико-химической структуре. К воздействию некоторых из них человеческий организм эволюционно не подготовлен. К ним относятся прежде всего новые химические вещества. Воздействие их на человека привело к возникновению не известных ранее генетических, токсикологических, аллергических, респираторных, эндокринных и других заболеваний.

В этой связи нельзя не сказать о полихлорированных бифенилах (ПХБ), полибромированных бифенилах (ПББ) и некоторых других подобных веществах, широко распространившихся в окружающей среде за последние десятилетия. Один из первых тревожных сигналов

о последствиях присутствия ПХБ в окружающей среде поступил из Японии в 1968 году. Широко известен случай массового отравления людей рисовым маслом, загрязненным ПХБ. Эта болезнь получила название «юшо». Мертворождаемые дети, а также заболевания кожи, желудочно-кишечного тракта и нервов — таковы ее основные симптомы. Пострадавшие поправлялись очень медленно из-за длительного сохранения токсичных продуктов в организме. Исследования показали, что ПХБ губительно действует на печень, почки, селезенку, органы размножения. Степень токсичности этих веществ возрастает с увеличением числа атомов хлора в молекуле ПХБ.

У людей эти вещества уже в низких концентрациях вызывают потерю веса, высокую утомляемость, выпадение волос, боли в суставах. ПХБ лишь немного уступают ДДТ по распространенности в биосфере. Они обнаружены в организмах птиц на Алеутских островах, рыб вблизи Исландии и даже в птичьих яйцах в Антарктиде. Значительные количества ПХБ содержатся в морских организмах.

Канцерогенные вещества. Население земного шара подвергается воздействию огромного и постоянно растущего числа химических веществ, с которыми ранее оно не сталкивалось. Очень многие из них обладают канцерогенной активностью. Эти вещества отрицательно воздействуют на наследственные признаки человека, повышают количество наследственных заболеваний.

Канцерогенными свойствами обладают многие загрязняющие вещества, в том числе некоторые тяжелые металлы и газы. Наиболее распространенные из них — полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Сейчас известно около 600 ПАУ. Наиболее распространенным и стойким в окружающей среде является бенз(а)пирен. Через продукты питания канцерогенные соединения попадают в организм человека. В сельскохозяйственные культуры бенз(а)пирен попадает из воздуха, почвы и воды. Вероятность того, что зерно, овощи, фрукты, мясо и рыба будут загрязнены, значительно увеличивается, если эти продукты произведены или выловлены в районе с повышенным загрязнением. Пищевые добавки и упаковочные материалы — дополнительный источник загрязнения бенз(а)пиреном. Сушка, вяление, выпечка, жарение и копчение пищевых про-

дуктов также важный источник появления ПАУ в пищевом рационе. Практически любая термическая обработка пищи способствует образованию в ней бенз(а)пирена. Поэтому необходимо строго контролировать содержание бенз(а)пирена и других ПАУ в продуктах питания.

Другая важная группа канцерогенных веществ, связанных с загрязнением природной среды, — нитрозоамины. Причем то, что они обладают канцерогенными свойствами, обнаружено лишь около 30 лет назад. Нитрозоамины — довольно простые химические соединения с низким молекулярным весом. Они хорошо растворимы в воде, спиртах и маслах, обладают канцерогенным действием широкого спектра, вызывают опухоли многих органов и тканей. Особенно сильным канцерогенным действием обладает нитрозометилмочевина.

Нитрозоамины образуются в желудке человека, если в пище оказываются соответствующие компоненты в виде аминов или амидов, с одной стороны, и нитратов или нитритов, с другой. Так, издавна известен способ консервирования мяса и рыбы с помощью селитры, в основе которого лежит бактериальное восстановление нитратов в нитриты, придающие характерный вкус бекону, ветчине колбасе и копченой рыбе. Позже было установлено, что применение нитрита натрия экономнее, чем селитры. К тому же применение нитритов подавляет рост бактерий, ответственных за образование ботулина — сильнейшего яда, который образуется в анаэробных условиях, особенно в консервах. В результате в продукты питания постоянно поступало большое количество нитритов.

Множество разнообразных аминов попадает в организм человека с пищей или с лекарствами. Например, широко известный пирамидон — это третичный амин-аминопирин, он исключительно эффективно реагирует с нитратами. Из 120 исследованных нитрозосоединений более 90 оказались сильными канцерогенами.

С середины 60-х годов привлекло внимание еще одно вещество с выраженными канцерогенными и токсичными свойствами. Это винилхлорид, из которого получают поливинилхлорид, широко распространенный в виде пленок и пластиков для упаковки пищевых продуктов и напитков. Винилхлорид выделяется из упаковочных материалов и попадает в пищу, причем его содер-

жание в пище прямо пропорционально времени хранения и заметно возрастает с увеличением температуры. С винилхлоридом сталкиваются и профессиональные рабочие, занятые на его производстве. Особое коварство действия канцерогенных веществ, в том числе и винилхлорида, состоит в том, что скрытый период заболевания продолжается более 15 лет. По-видимому, последствия широкого использования полимеров на основе винилхлорида еще не проявились.

От состояния окружающей среды зависит здоровье человека. Даже наследственные заболевания с исторической точки зрения представляют собой результат воздействия неблагоприятной окружающей среды на многие предшествующие поколения людей. Следовательно, ликвидация неблагоприятных условий среды — решающая предпосылка предупреждения заболеваний и укрепления здоровья человека, ибо между организмом и средой существует постоянное динамическое равновесие. Грубое его нарушение и является основной причиной возникновения заболевания.

Здоровье и болезнь человека есть производное окружающей, прежде всего социальной, среды. Здоровье нельзя рассматривать как нечто независимое, автономное. Оно является результатом воздействия социальных и природных факторов, следствием преломления окружающей среды в биологическом субстрате организма. Гигантские темпы индустриализации и урбанизации при определенных социальных условиях могут привести к нарушению экологического равновесия и вызвать деградацию не только среды, но и здоровья людей.

Здоровье — это не просто отсутствие болезни. Это и способность организма быстро адаптироваться к постоянно меняющимся условиям среды, способность к оптимальному выполнению профессиональных и иных функций, как общественных, так и биологических. Даже вполне здоровый человек не может приспособиться к любым изменениям среды. Адаптация имеет свои границы. Здоровье же — одна из предпосылок счастья. Один из древнейших философов отметил: «Ни богатство, ни слава не делают еще человека счастливым. Здоровый нищий счастливее больного короля!»

ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ПРИРОДУ И ЧЕЛОВЕКА

Культура, если она развивается стихийно, а не направляется сознательно, оставляет после себя пустыню. Порох и паровая машина стали тем главным оружием, с которым человек выступил против природы. Французский эколог Жан Дорст отмечал, что европейцы, открывая новые страны и территории, поражались многочисленностью и разнообразием обитавших там животных и тут же «начинали их истреблять, нисколько не задумываясь о том, что эти богатства могут иссякнуть. Часто охота принимала характер систематического истребления либо в целях уничтожения фауны, считавшейся бесполезной или докучливой, либо в целях быстрой наживы (мех, слоновая кость и др.), либо ради спорта, который правильнее было бы назвать садизмом».

За последние 300—400 лет безвозвратно исчезли с лица Земли около 130 видов млекопитающих и птиц, а около 500 видов находятся на грани исчезновения. Это не столь уж большие цифры, если рассматривать их на общем фоне животного мира нашей планеты. 400 лет назад существовало примерно 4426 видов млекопитающих и 8684 вида птиц. Но количественный подход здесь, думается, не вполне приемлем. Ведь исчезают-то наиболее эксплуатируемые, а следовательно, наиболее нужные человеку виды. К тому же каждый вид ценен сам по себе и исчезновение его — невосполнимая потеря.

Вот некоторые примеры этих трагических потерь. В 1741 г. известный полярный исследователь Витус Беринг, тяжело больной, высадился на маленький остров, затерянный в Ледовитом океане. С ним был врач Георг Стеллер и несколько матросов. Беринг умер, его судьба могла стать судьбой всех его спутников, если бы природа не сделала им удивительный подарок. Оказалось, что именно у этого островка живут странные морские млекопитающие. Они достигали 9 м длины и весили более 7 т. Их доверчивость соответствовала величине: они спокойно позволяли себя убивать.

Стеллер описал это животное, известное сегодня под именем стеллеровой коровы. Но увы, ни один натуралист больше не видел его. Целых 5 лет возвращался домой Стеллер. Еще через 5 лет был издан его днев-

ник. А еще через полтора десятка лет рыбаки и охотники на тюленей полностью истребили стеллерову корову — может быть, самое перспективное для человека морское животное.

На века останется в анналах истории человечества грустная повесть о гибели американских бизонов. Около 75 млн. этих высокопродуктивных животных встретили первых поселенцев Старого Света — пассажиров корабля «Мейфлауэр» — на просторах американских прерий. Наиболее знаменитым было стадо, о котором говорили, что оно «40 км в ширину и 80 — в длину». Прошло полтора ста лет — и бесчисленные стада оказались почти полностью уничтоженными. Это была не охота, не заготовка мяса и шкур, а своего рода разбой, когда люди, по словам американского ученого Р. Парсона, «убивали, будучи одержимы какой-то дьявольской силой, заставляющей их уничтожать все и вся».

Бизонов убивали ради развлечения, на пари, чтобы сжить с земли непокорных индейцев, для которых эти животные были живым складом продуктов, чтобы избежать столкновений локомотивов с бизонами, да и «просто так». С 1870 по 1875 г. количество ежегодно убиваемых бизонов составляло примерно 2,5 млн. С 1830 г., т. е. 40 с лишним лет, шла кампания за их поголовное уничтожение. Железнодорожные компании приглашали пассажиров стрелять по животным из окон поездов. Формировались бригады «бизонобоев», наиболее удачливые из которых пользовались шумной славой. И все-таки, как это ни странно, бизону еще повезло. Он уцелел — несколько сотен голов осталось в Йелоустонском и Вуд Буффало парках.

Совершенствование огнестрельного оружия делало убийство животных, даже самых крупных — слонов, носорогов, жирафов, очень простым делом. Тысячи слонов, львов, буйволов, носорогов пали жертвой горе-охотников. О размахе бойни можно судить по таким цифрам: чтобы удовлетворить спрос европейского рынка, к 1880 г. ежегодно убивалось от 60 до 70 тыс. слонов. Все это очень напоминало уничтожение бизонов. Результат одинаков: огромнейшие естественные богатства были практически исчерпаны менее чем за один век.

Американские пионеры уничтожали не только бизонов, но и индейцев, выжигая или подрывая динамитом

гигантские деревья, расчищая землю и распахивая ее, как в доброй старой Европе. Земли были освобождены и распаханы на громадных территориях, горы скелетов бизонов переработаны на удобрения. Урожай вырастили отменный. Казалось, пионеры совершили благое дело. Но начали проклевываться один за другим ростки посеянных ураганов. Природа стала демонстрировать потомкам «вторые и третьи результаты» действий первых колонистов. В 1934 г. ужасающей силы пыльные бури подняли почву распаханых прерий в воздух и вынесли ее вместе с посевами в Атлантику. 20 млн га стали бросовыми землями, на 60 млн — плодородие резко снизилось, на 40 млн — начались эрозийные процессы. Из более чем 150 млн га Великой равнины — гордости американских пионеров — около трети и сегодня представляют собой так называемую пыльную чашу. Только за один 1934 год ветер унес отсюда 300 млн т плодородного гумуса (перегноя). А ведь для образования каждого сантиметра гумуса на земле требуется 6—8 веков. В 1956—1957 гг. пыльные бури вновь пронесли по Великой равнине и снова собрали свою ужасную жатву.

Густонаселенная Европа, уже ощущая нехватку древесины, продолжала хищническую вырубку лесов. В результате почти исчезли зубры, горные козлы, серны, медведи, а из птиц — глухари, орлы, бородачи. Были осушены многие болота и распаханы практически все пригодные для земледелия почвы.

Южная Америка считается наиболее сохранившейся территорией, но и она поплатилась за бездумную эксплуатацию природы почти полным исчезновением дикой шиншиллы и диких лам, гибелью южного морского котика, глубоким изменением фауны большинства своих островов.

Азия «обогадилась» саваннами и полупустынями, почти утратив своих экзотических животных, в том числе индийского однорогого носорога, яванского носорога, суматранского двурога носорога. Резко сократилась численность слонов, диких верблюдов и львов. Вымер индийский гепард. На грани исчезновения долгое время находился сайгак.

Загрязнение, вызываемое в основном промышленностью, несовершенством ее технологии, делает привычную, вроде бы ничего не стоящую воду все более

дорогой. Пригодную для питья и приготовления пищи воду приходится доставать буквально из-под земли — бурить скважины, на десятки метров углублять колодцы, прокладывать многокилометровые каналы и водоводы, сооружать сложнейшие и дорогостоящие системы очистки, обеззараживания, контроля и т. п.

Меньше стало чистой воды. «Оборот» водных ресурсов настолько ускорился и возрос, что природа не успевает справляться с очисткой рек и водоемов от загрязнений. В результате многие реки, протекающие по наиболее населенным районам и, естественно, играющие важную роль в жизни той или иной страны, превратились в открытые канализационные каналы.

Масштабы деятельности человечества уже не ограничиваются пределами Земли, а то, что оно совершает на ее поверхности, не имеет аналогов в истории планеты. Только за год добыча различных горных пород из недр планеты достигает 100 миллиардов тонн. Можно сказать, люди успешно «конкурируют» с вулканическими процессами. Распахивая почву, человек ежегодно перемещает массу земли, примерно в 3 раза превосходящую количество всех вулканических продуктов, поднимающихся из недр планеты за тот же срок, и в 200 раз превышающую количество, сносимое в моря и океаны текущими водами.

Сегодня человек в состоянии регулировать и гидрологические режимы на значительных территориях. Он может существенно, хотя пока и локально, изменять климат, «перепланировать» ландшафты и зеленый покров планеты. Люди располагают мощностью свыше 10^9 киловатт в виде длительно действующих источников энергии. Хотя эта величина и ничтожна в сравнении с энергией, излучаемой Солнцем (10^{23} киловатт), но достаточна для заметного воздействия на процессы, развивающиеся на поверхности Земли, в атмосфере и в океане. Интенсивность излучения Земли в спектре некоторых диапазонов радиоволн на сегодня почти сравнялась с радионизлучением Солнца.

Человек выступает — и все активнее — в совершенно новой для себя и для Земли роли «переносчика атомов». Богатства, которые природа веками собирала в недрах планеты, в каких-то отдельных ее уголках, люди извлекают наверх и разносят по всей ее поверхности. В. И. Вернадский подсчитал, что за один лишь XIX

век человечество добыло 22711 тыс. т свинца, 11373 тыс. т цинка, 10679 тыс. т меди, 130 тыс. т серебра, более 11 тыс. т золота, 27,5 тыс. т алюминия и т. д.

В XX веке использование всех без исключения металлов многократно возросло (по некоторым металлам более чем в 1000 раз). Это относится и ко всем химическим элементам. Если в древние века люди использовали 19 химических элементов, то в XVII—26, XVIII—28, в XIX—50, в самом начале XX—уже 59. Сегодня же нашли применение фактически все химические элементы, встречающиеся на Земле (и даже созданы новые, например, плутоний). Чтобы обеспечить одного современного человека предметами первой необходимости, а отчасти и предметами роскоши, каждый год из Земли извлекается более двадцати тонн сырья. Только энергетическое потребление одной «среднестатистической души» современного мира в 1970 году составило примерно две тонны угля (в Америке — 12 т).

Все добытое человек рассеивает на громадных пространствах, эффективно ускоряя перемещение химических элементов в биосфере Земли и изменяя традиционные биогеохимические циклы. Так, около 75% серы, поступающей в атмосферу над Северной и Центральной Европой, распыляется в результате производственной деятельности людей. Темп этого процесса исключительно высок: запасы, которые природа копила в своих тайниках целыми геологическими периодами, человек рассеивает за десятилетия. «Взамен» же на местах активной производственной деятельности, особенно в городах, создается сочетание химических элементов, не существующих в природе и обычно вредоносных для нее. Сегодня человек еще более расширил сферу своей «деятельности», прорвавшись за пределы традиционной среды своего существования — в глубины Земли, на дно океанов, в космос.

Многие выдающиеся ученые прошлого предвидели последствия бездумного «покорения» человеком природы и предупреждали, что род людской может погубить сам себя, истребляя растительный и животный мир, отравляя землю, воду, воздух. Первое место среди экологических проблем занимает опасность ядерной войны, которая если даже не приведет к полному уничтожению всего живого, то вызовет крупнейшую экологическую катастрофу.

Человечество должно четко представлять, что с ним случится, если дело дойдет до использования атомного оружия. Планета запылает ярким факелом — вспыхнут леса, газо-и нефтепромыслы, целые города. Разрушения будут чудовищны. Но это еще не все — в воздух поднимется такое количество дыма, что Земля станет недоступной для солнечных лучей. На планету опустятся тьма и холод. Наступит «ядерная зима». Частицы дыма, состоящие из смол, сажи и золы, активно поглощают солнечный свет, жадно впитывая его. И если в атмосфере их окажется слишком много, они, как крокодиль из сказки Чуковского, просто-напросто «проглотят» Солнце. Ученые моделируют эти ситуации, изучают, сколько при этом может выделяться дыма и как он будет поглощать солнечное и тепловое излучение.

Солнечные лучи легко пробивают дорогу к Земле, прогревая ее. При этом часть тепла от нагретой поверхности планеты уходит в космос. Львиную же его долю вбирает в себя слой атмосферного водяного пара, озона, углекислого газа. Так возникает парниковый эффект, за счет которого на Земле поддерживается привычная нам температура.

А теперь представьте себе, что будет, если дым прорвется выше этого теплоулавливающего слоя, а это вполне может случиться. Над землей нависнет мощный светозаборник, солнечные лучи в котором будут исчезать подобно воде в раскаленном песке. Специалисты подсчитали, что если дым окутает половину территории Северного полушария, то в летний полдень количество солнечного света у поверхности планеты может уменьшиться в 15 раз, а температура воздуха понизится на 30—40 градусов.

Некоторые аналогии можно привести из недавней истории. Так, в конце сентября 1950. года в канадской провинции Альберта горели огромные массивы леса. Дым от них затянул всю восточную часть Северной Америки, и температура тут же понизилась на двадцать пять градусов. Напоминают «ядерную зиму» и пыльные бури на Марсе. Поверхность планеты при них остывает на десять-пятнадцать градусов. После знаменитого извержения индонезийского вулкана Кракатау в 1883 году в атмосферу планеты попало такое количество пыли, что на всей Земле похолодало примерно на один градус.

Лишь 10—20% частиц дыма от пожаров ядерной войны в процессе подъема в атмосферу выпадут в осадок. А это означает, что весьма значительное количество дыма — 150 миллионов тонн и более — будет заброшено в стратосферу, где он останется на многие месяцы, если не годы. Расчеты, проведенные учеными, показали, что этот дым в стратосфере может стать причиной длительного похолодания, что губительно скажется на сельском хозяйстве. В результате населению всей Земли будет грозить голод, поскольку продовольственных запасов в мире имеется сейчас примерно на 3 месяца.

Иными словами, если прямыми жертвами атомной войны могут стать несколько сотен миллионов человек, то в результате «ядерной зимы», которая затем обязательно наступит, погибнет 4 миллиарда из 5 миллиардов, населяющих нашу планету. Оставшиеся в живых будут отброшены в каменный век, столкнутся с неразрешимыми медицинскими проблемами, необратимыми генетическими изменениями.

Из сказанного может быть сделан лишь единственный вывод: ядерной войны быть не должно. Человечество обязано остановить гонку вооружений, ведущую к самоуничтожению. Переход к активным шагам по прекращению гонки вооружений и их сокращению является необходимой предпосылкой и для решения все более обостряющихся глобальных проблем, таких, например, как сохранение среды обитания человека.

Однако очевидно, что в масштабах одной страны или даже группы стран эту всеобщую проблему не решить. Необходимо объединить усилия многих стран, нужны совместные крупные проекты, которые потребуют соответствующих капиталовложений. В этих условиях все большую актуальность приобретает задача обуздания гонки вооружений, которая отвлекает колоссальные материальные и интеллектуальные ресурсы. Необходимо поставить заслон появлению новых средств массового уничтожения и ликвидировать существующие виды вооружений, которые создают угрозу всему живому на планете.

Сегодня в мире утверждается новое политическое мышление. Что это означает по отношению к международному сотрудничеству по охране природы и к решению экологических проблем?

Над миллиардами человеческих жизней висят два разрушительных меча — ядерный и экологический. Новое мышление нацелено на исключение из истории человечества этой двуединой опасности самоуничтожения. Отсюда — активность и действенность нового мышления. Отсюда и его отличительные черты. Это прежде всего понимание того, что сегодняшний мир, расколотый, раздираемый противоречиями, являющийся собой противостояние разных социальных систем, мировоззрений, верований, все же остается единым, целостным. Причем имеется в виду не только единство самого человечества, но и его единство с природой. При этом признается приоритет общечеловеческих ценностей.

Экологи одними из первых начали овладевать новым мышлением, к чему предрасполагала сама наука, изучающая единство жизни как на уровне первичных биосфер, так и в масштабах всей биосферы. В связи с этим сложившиеся формы международного сотрудничества по охране природы должны тесно увязывать это сотрудничество с защитой от ядерной угрозы, опираясь на новейшие данные разных наук, поднимать его на качественно новую ступень. Избавление человечества от ядерного и химического оружия позволит с большим размахом вести экологическую работу. А ничто не сближает народы так, как совместный труд.

Деграция окружающей среды требует экологического подхода к любому виду деятельности человека во всех сферах: производства, экономики, науки и образования. Эта задача может быть решена только на основе широчайшей гласности в вопросах экологии. Люди должны знать, какие продукты они едят, какую воду пьют, каким воздухом дышат, каким будут дышать завтра. Это ведь наш мир. Только полная информированность в этих вопросах позволит общественности своевременно и правильно реагировать на те или иные действия хозяйственников, прямо или косвенно влияющие на состояние окружающей среды, контролировать и предотвращать действия, которые противоречат охране природы.

Взаимоотношения человека и природы — это комплексное воздействие антропогенных факторов на природу и природных факторов на здоровье и хозяйствен-

ную деятельность человека. В историческом процессе сначала наблюдалось ослабление воздействия природы на человечество и усиление его влияния на среду, но затем, особенно в наше время, силы взаимодействия как бы уравнились, и любые изменения в природе оказывают мощное локальное, региональное и глобальное воздействие на людей.

Проблемы взаимодействия природы и общества приобретают в настоящее время все большую остроту. Большое значение имеет знание закономерностей перехода к освоению новых ресурсов при истощении старых и возникновении новых общественных потребностей. Поскольку техническая мощь и численность людей в условиях научно-технической революции неизмеримо возросли, хищническое отношение к природе поставило под угрозу нормальное осуществление присущих ей биотических круговоротов. В результате перед обществом возникла дилемма: либо бездумно катиться к своей неизбежной гибели в результате надвигающейся экологической катастрофы, либо сознательно превратить созданные гением человека могучие силы науки и техники из орудия, обращенного против природы и самого человека, в орудие, их защиты и процветания, в орудие рационального природопользования.

Взаимоотношения общества и природы тесно связаны с развитием социальной экологии, которая как научная дисциплина рассматривает взаимосвязи в системе «общество — природа», изучает взаимодействие человеческого общества и природной среды и разрабатывает научные основы рационального природопользования, направленные на охрану природы и оптимизацию среды обитания человека.

Социальная экология выявляет закономерности взаимодействия человеческого общества и его отдельных территориальных групп с природой и образования на этой основе новой природно-окультуренной среды. Она рассматривает соотношения общества с географической, социальной и культурной средами, т. е. со средой, окружающей человека.

Социальная экология как область знаний исходит из понимания не только отдельных законов природы (механических, физических, биологических и т. д.), но и законов развития природной среды в целом, т. е. экологических законов, их соответствия законам разви-

тия общества. Иными словами, предметом социальной экологии являются законы развития биосферы как целого в связи с использованием ее людьми. Отсюда ярко выраженный комплексный характер социальной экологии, формирующийся на стыке всех современных наук.

Социальная экология возникла в ответ на потребность в сокращении опасного воздействия людей на природу, в сохранении естественных условий жизни. Ее основное назначение — обеспечить качественно новый способ развития общества во взаимодействии с природой.

Прикладная экология разрабатывает нормы использования природных ресурсов и среды жизни, устанавливает допустимые нагрузки на них, а также формы управления экосистемами различного иерархического уровня и способы экологизации хозяйства. В рамках этой научной дисциплины изучаются механизмы разрушения биосферы человеком, разрабатываются способы предотвращения этого процесса и принципы рационального использования природных ресурсов без деградации среды обитания человека. Прикладная экология базируется на системе законов, правил и принципов экологии и природопользования.

В последнее время люди вышли на качественно новый уровень взаимодействия с природой. Если раньше жизнепригодное состояние природной среды обеспечивалось естественными механизмами саморегуляции биосферы, то при современных масштабах и особенностях производства возможности биосферы сохранять целостность существенно подорваны, а в отдельных регионах уже фактически исчерпаны. Теперь только от самих людей зависит поддержание природной среды в жизнепригодном состоянии, а для этого необходимо существенно перестроить традиционно сложившийся способ взаимодействия общества с природой, исходя из правильно понимаемых требований экологических законов.

В 1986 г. оформилась как самостоятельная научная дисциплина экологическая медицина, которая рассматривает все аспекты воздействия окружающей человека среды на его здоровье с центром внимания к факторам, непосредственно ведущим к «средовым» заболеваниям. Она включает разделы биологии чело-

века, медицины (гигиены, токсикологии, особенно генетической, эпидемиологии и др.), химии, физики, социологии, технологии различных производств, изменения содержания в окружающей среде факторов, влияющих на здоровье человека.

Экологическая медицина включает оценку риска использования лекарств, стройматериалов, химических веществ, в том числе пестицидов, в промышленности и быту, исследует действие отравляющих отходов промышленности и сельского хозяйства, изучает методы лечения, причины и механизмы образования врожденных анатомических и физиологических аномалий, возникновение раковых, иммунологических, пульмонологических заболеваний, осуществляет контроль за чистотой среды жизни (в жилых и производственных помещениях, в населенных местах и вне их).

Нельзя не сказать и о медицинской географии как пограничном разделе географии и медицины. Она исследует природные и социально-экономические особенности территорий, воздействующие на состояние здоровья населения, возникновение и распространение болезней человека. Медицинская география включает такие разделы, как медицинская климатология, медицинская социология, учение о природноочаговых и эпидемических заболеваниях.

Люди не могут перестать изменять природу, но они могут и должны перестать изменять ее необдуманно и безответственно, не учитывая требований экологических законов. Только тогда, когда деятельность людей будет приведена в соответствие с объективными требованиями этих законов, а не вопреки им (как это часто происходит), изменение природы человеком станет способом ее сохранения, а не разрушения.

ОХРАНА ПРИРОДЫ В УЗБЕКИСТАНЕ И ДРУГИХ СТРАНАХ СОДРУЖЕСТВА

Сложная экологическая обстановка в странах Содружества требует реальных, а не декларативных мер по охране природы. Сложилась тревожная, а местами кризисная экологическая обстановка. Несмотря на принимаемые меры, работа по экологическому оздоровлению отдельных регионов ведется неудовлетворительно.

Ситуация в регионе Аральского моря практически вышла из-под контроля. Приаралье стало зоной экологического бедствия. Напряженное положение сохраняется в районах, пострадавших от аварии на Чернобыльской АЭС. Усиливается беспокойство населения в регионе Семипалатинского полигона, где проводились испытания ядерного оружия. На грани экологического кризиса Калмыкия, Приднепровье, Приднестровье, Донбасс, Урал, Кузбасс, бассейны Волги, озер Севана, Иссык-Куля, Балхаша и Ладожского, Черного, Азовского, Каспийского и Балтийского морей и другие регионы. Необходимо ускорить проведение природоохранных мероприятий в бассейнах Байкала, Оби и Амура.

Более чем в 100 городах с общим населением около 50 миллионов человек предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе превышаются в десять и более раз. Растут объемы токсичных промышленных отходов, большая часть которых вывозится на свалки твердых бытовых отходов. Состояние двух третей водных источников не отвечает нормативам, идет опасное загрязнение подземных вод. В 600 городах не обеспечивается качественная очистка сточных вод. Низка доля продукции, выпускаемой по малоотходным технологиям. Миллионы гектаров некогда плодородных земель выведены из сельскохозяйственного оборота вследствие горных работ, эрозии, подтопления, засоления и опустынивания. Многие продукты питания опасно использовать в пищу из-за насыщения их пестицидами, нитратами, гормонами, радионуклидами. Растет заболеваемость аллергическими, онкологическими и другими болезнями. Нет достаточной и оперативной информации населения по экологическим вопросам.

Положение усугубляется безответственным отношением руководителей многих предприятий и организаций к выполнению природоохранных мероприятий, недостаточной эффективностью государственного управления и контроля качества окружающей среды, серьезными промахами в организации рационального использования природных ресурсов, отсутствием действенных экономических рычагов для ресурсо- и энергосбережения, реальных полномочий у местной власти

по контролю за использованием природных ресурсов, просчетами в размещении производительных сил.

Если не придать статус приоритетности в решении экологических вопросов и по-прежнему планировать финансирование и осуществление природоохранных мероприятий по «остаточному» принципу, то государства Содружества окажутся в ситуации, когда уже никакие экономические и правовые рычаги не смогут предотвратить экологическую катастрофу в том или ином регионе, а возможно, и в глобальном масштабе.

Без выделения больших средств на охрану природы изменить положение не удастся. Распространение экологических знаний, которым занимаются «зеленые», не в состоянии решить серьезных экологических проблем. Нужно экологическое образование и самообразование, нужны средства, и большие средства. Иначе в лучшем случае с помощью различных запретов удастся лишь не усугублять ситуацию, а исправить бедственное положение во многих регионах без этого вряд ли удастся.

В Узбекистане идет эксперимент: все штрафы за загрязнение среды, за сверхнормативное пользование ресурсами (например, водой) и т. п. идут в местный фонд охраны природы и могут расходоваться только на природоохранные цели, а с 1991 года 85% штрафов идет в местный бюджет и только 15% — в область.

Следует не только штрафовать предприятия-нарушители, но и поощрять тех, кто внедряет ресурсосберегающую технологию, применяет высокоэффективные очистные сооружения, т. е. значительно повышает экологичность производства. Такие работники должны получать материальное вознаграждение и всячески поощряться, чтобы на их примере показать: охрана природы — дело не только необходимое, но и выгодное.

Еще один источник средств для защиты природы — плата предприятий и организаций за так называемые лимитированные выбросы вредных веществ. Эти средства перечисляются в фонд охраны природы и могут расходоваться только на охрану окружающей среды.

Конечно, одна лишь плата предприятий и хозяйств за природные ресурсы и причиняемый ущерб природе сама по себе не решит все вопросы экологии. Экологические проблемы могут эффективно решаться лишь на государственном уровне, так как их решение требует огромных материальных и технических средств.

В Узбекистане и других странах СНГ создано около 40 межрайонных специализированных прокуратур, занимающихся непосредственно вопросами охраны окружающей среды. Расположены они в наиболее неблагоприятных в экологическом отношении регионах. Эти специализированные прокуратуры имеют право применять уголовно-правовые, материальные, административные и дисциплинарные меры к нарушителям природоохранительного законодательства.

Развитие производительных сил в различных регионах осуществляется без должного учета экологических последствий и проведения единой природоохранительной политики. Сложившаяся система управления природопользованием ввиду чрезмерной разрозненности природоохранных функций по различным министерствам и ведомствам не отвечает современным требованиям хозяйствования и стала сдерживающим фактором интенсификации производства в условиях растущей взаимозависимости между состоянием окружающей среды и развитием экономики.

В работе по улучшению природопользования слабо используются достижения научно-технического прогресса. Крайне недостаточно внедряются малоотходные и безотходные технологические процессы, комбинированные производства, обеспечивающие полное комплексное использование природных ресурсов, сырья и материалов. Продолжает сохраняться порочная практика «остаточного» принципа выделения материальных и финансовых ресурсов на реализацию назревших задач охраны природы.

В Узбекистане ведется работа по снижению негативных воздействий промышленных производств на окружающую среду. Государство не останавливается перед закрытием, переносом или полной ликвидацией предприятий, нарушающих благоприятные условия жизни. За черту города выведены или по экологическим соображениям реконструированы десятки тысяч предприятий и цехов. Запрещено вводить в строй действующих новые предприятия без полной готовности очистных сооружений. Такой же порядок предусмотрен и для реконструируемых объектов.

В Республике постоянно ведется работа по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, улучшению санитарного состояния городов

и их внешней среды, созданию оптимальных условий жизни человека. На страже природы стоят Закон об охране природы Узбекистана, Водный и Лесной кодексы, законы о здравоохранении, об охране атмосферного воздуха, об охране и использовании животного мира Республики.

Ведется работа по охране водных ресурсов, атмосферного воздуха и почвы, проектированию городов, гигиене жилых и общественных зданий в соответствии со специфическими природно-климатическими условиями Республики. Разработаны и утверждены гигиенические нормативы и предельно допустимые концентрации ряда вредных веществ, выбрасываемых промышленными предприятиями в окружающую среду, методы их определения и рекомендации по предупреждению неблагоприятного воздействия на здоровье населения.

Разработаны конкретные рекомендации по охране атмосферного воздуха, водных ресурсов и почвы от загрязнения выбросами хлопкоочистительных заводов и масложиркомбинатов, карбюраторных и дизельных двигателей, котлоагрегатов предприятий и организаций сельского хозяйства, а также правила организации и ведения работ на автомобильном транспорте и при бурении скважин.

В соответствии с генеральными планами определен перечень промышленных предприятий, которые намерено вывести за пределы городов с целью обеспечения санитарных норм и исключения загрязнения биосферы. При разработке генпланов городов и городских поселков в них включается раздел «Охрана окружающей среды».

Совершенствуется в Республике система наблюдения и контроля за загрязнением природной среды. Узбекское республиканское управление по гидрометеорологии и контролю за природной средой проводит большую работу по расширению сети наблюдательных пунктов, организации специальных лабораторий по контролю загрязнения воздуха, поверхностных вод и почв. В Ташкенте, Чирчике, Алмалыке, Ангрене, Фергане, Самарканде и других промышленных городах Узбекистана организованы лаборатории по контролю загрязнения природной среды.

Для предотвращения высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха Узбекским управлением по гид-

рометеорологии и контролю за природной средой организовано прогнозирование метеорологических условий, способствующих скоплению вредных примесей в приземном слое воздуха. Прогнозы высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха имеют особенно важное значение для крупных промышленных городов и районов Узбекистана, так как предприятия, выбрасывающие в атмосферу вредные примеси, на период опасных метеорологических ситуаций могут сократить выбросы и тем самым уменьшить загрязнение воздуха и снизить опасность для здоровья людей в этот период.

В Узбекистане проведена работа по оснащению предприятий пылеулавливающими и газоочистными установками. Стало использоваться оборудование типа «Циклон», пылевые камеры и пылеулавливатели, осуществляются работы по герметизации аппаратуры и коммуникаций, совершенствуются технологические процессы, высокотоксичное сырье заменяется менее токсичным.

В государствах Содружества установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе (более 600 ПДК и 33 их комбинации). В настоящее время действует более 1300 ПДК химических веществ для водоемов и более 130 для почвы. Разработаны новые, более совершенные ГОСТы на качество питьевой воды и выбор источников хозяйственного и питьевого водоснабжения, нормативы микроклимата жилых, общественных и лечебных зданий в разных природно-климатических зонах, установлены допустимые уровни городского и производственного шума, электромагнитных полей различных радиочастот.

Особенность современной экологической ситуации состоит в том, что изменения в среде обитания становятся столь глобальными и общезначимыми, что на первый план выдвигается задача сознательного и системного регулирования человеческой деятельности и природных процессов. Разработка научно-технических и экономических мероприятий для решения экологической проблемы оказывается недостаточной, поскольку реализуют эти мероприятия конкретные люди. Без глубокого осознания ими необходимости природоохранных мер, изменения способа мышления в отношении природы научно-технические рекомендации не об-

ретут реальность. Важнейшее место в экологизации общественного сознания должно занять формирование высокой моральной ответственности общества и каждого отдельного его представителя за состояние природопользования и проведение природоохранных мер. Понятие «моральная ответственность» выражает сущность нравственного аспекта экологической проблемы.

Чтобы объяснить и прогнозировать ситуации, возникающие в процессе взаимодействия общества и природы на любом уровне — локальном, региональном, глобальном — нужен не узкоотраслевой, в комплексный подход. Большое значение имеют работы по оценке негативных и позитивных результатов взаимодействия общества и природы в конкретных регионах, разработка прогнозов изменений природно-антропогенных геосистем и научно обоснованные рекомендации по управлению ими. Важно дать научный прогноз последствий крупных проектов. Подлинно экологический подход не может быть целостным и, следовательно, эффективным без анализа пространственной структуры природной среды. Пространственная дифференциация природной среды обуславливает разнообразие и разновременность проявления глобальных проблем в разных регионах.

Вместе с тем решение любой региональной проблемы должно опираться на знание общих законов пространственно-временной организации географической оболочки и устойчивости геосистем. Под региональными экологическими проблемами понимаются ситуации, которые в связи с изменением природной среды в том или ином регионе порождают или могут порождать опасность для здоровья и существования людей, развития хозяйства, ресурсо- и средовоспроизводящих систем.

С точки зрения сохранения и воспроизводства природно-ресурсного потенциала и размещения народно-хозяйственных комплексов необходимо своевременно анализировать и определять оптимальные пути разрешения противоречий в их развитии. Основное противоречие обусловлено необходимостью значительного увеличения промышленного и агропромышленного производства при обязательном рациональном использовании невозполнимых и воспроизводстве возобновимых природных ресурсов, а также снижения антропогенной

нагрузки на экологические системы до нормативных уровней.

Сейчас уже ясно, что это противоречие возникло из заблуждения, основанного на том, что экологического благополучия можно достичь только в производственной сфере. Природная среда с ее мощными механизмами адаптации подразумевалась как неизменная составляющая хозяйственной деятельности. Однако негативные изменения и деградация больших и малых экологических систем убедительно доказали, что ресурсные и тем более адаптационные возможности природной среды имеют ограниченные пределы. В связи с этим в процессе проведения экономической политики экологическое благополучие должно рассматриваться как одна из главных целей научно-технического прогресса в развитии народнохозяйственных комплексов. В то же время оно должно стать основным ограничением в выборе путей достижения частных целей регионального и отраслевого развития.

В связи с интенсивной эксплуатацией недр большое значение приобретает охрана природы, взаимодействие природы и человека в районах разведки и добычи полезных ископаемых и комплексное использование минерально-сырьевых и топливных ресурсов. Извлечение из недр, обогащение и переработка минерального сырья оказывают разностороннее влияние на окружающую среду. Особенно тяжелые травмы природе наносит освоение месторождений нефти, газа, каменного угля, глиноземного сырья, титановых, медно-никелевых, железных, молибденовых руд, а также производство цемента. Большой ущерб природе причиняет открытая разработка месторождений. Глубокие карьеры понижают уровень грунтовых вод, что приводит к истощению малых рек. Кроме того, карьерная разработка месторождений сопряжена с потерей больших площадей плодородных земель и создает условия для появления постоянных источников пыли. Рассеивание пыли воздушными течениями ведет к загрязнению почв на окружающих территориях из-за выпадения вредных примесей. Поэтому столь важное природоохранное значение имеет рекультивация земель в районах горных работ.

Вместе с тем большего внимания требует последовательное проведение принципа ресурсосбережения во

всей цепочке операций по добыче, переработке и использованию полезных ископаемых. Комплексному использованию минерально-сырьевых ресурсов должны способствовать разработка и внедрение безотходных или малоотходных технологий переработки сырья, что уже само по себе повысит защиту окружающей среды от техногенных воздействий, облегчит утилизацию и обезвреживание твердых отходов, очистку сточных вод и воздушных выбросов.

Можно ли прекратить или приостановить дальнейшую деградацию жизненно важных качеств биосферы при неуклонном росте народонаселения и удовлетворении его растущих потребностей за счет дальнейшего изменения масштабов производства или характера антропогенной деятельности?

Главная задача науки и техники в сохранении жизненных качеств биосферы и предотвращении прогрессирующего загрязнения окружающей природной среды состоит в изменении характера всей антропогенной деятельности, создании безотходных технологий, обеспечивающих высокие темпы роста индустриального и сельскохозяйственного производства, коммунального хозяйства и исключаящих вредное воздействие их на природу.

Необходимо устранить основные источники загрязнения окружающей природной среды. Достичь этого можно лишь на основе создания безотходного производства в отраслях, определяющих загрязнение окружающей природной среды. Это — энергетика, горнодобывающая, металлургическая (черная, цветная металлургия и машиностроение), химическая, нефтехимическая и целлюлозно-бумажная промышленность. Создание замкнутых водооборотных систем — первый и важнейший этап на пути к внедрению безотходного производства во всех индустриальных отраслях. Другого альтернативного решения сохранения качества поверхностных природных вод нет.

Технологические методы должны предусматривать безотходную технологию, рекуперацию низкопотенциального тепла, жидких, твердых и газообразных веществ, увеличение ресурса материалов, машин и оборудования (сокращение материалоемкости и металлоемкости изделий промышленного производства).

Отходы производства — это результат несовершен-

ства технологической схемы и объективный показатель научно-технического уровня производства. В этом смысле «отходы» — это либо полуфабрикат, то есть результат незавершенного, не доведенного до конца производства, либо продукт, для которого на сегодняшний день не найдена рациональная область экономически приемлемого использования. В истории технологической науки известно много примеров, когда так называемые «отходы» становились ценным сырьем или продуктом и для них находились новые области эффективного использования. В настоящее время имеется большой объем научно-технических разработок по эффективному использованию основной массы индустриальных, коммунальных и сельскохозяйственных отходов. Задача состоит в дальнейшем усовершенствовании технологии переработки «отходов» и расширении областей их рационального использования.

Для повышения уровня безотходности производства, обеспечения прогрессивных сдвигов в ресурсосбережении большое значение имеет биотехнология. Роль биотехнологии как фактора безотходности связана, в основном, с использованием микробных технологий. Очень емко и точно преимущества биотехнологии определили академики Н. Н. Семенов и И. В. Петрянов-Соколов. По их выражению, живая клетка «безмерно превосходит любой завод необыкновенной слаженностью процессов, ювелирной точностью результатов, экономичностью и рациональностью».

В настоящее время под биотехнологией принято понимать комплекс фундаментальных научных знаний и их практическое применение в различных отраслях народного хозяйства, направленных на получение и использование в технологических процессах микроорганизмов. Характерной чертой биотехнологии является биологическая природа всех включаемых в нее технологий (отсюда, кстати, и приставка «био»).

Современная биотехнология представляет собой уникальный продукт научно-технической революции, является одним из наиболее ярких свидетельств усиления интеграции науки и производства, превращения науки в непосредственную производительную силу. В практике использования биотехнологии трудно, а подчас и просто невозможно провести грань между научными исследованиями и практическим использованием их

результатов. Если ставится задача найти микроорганизм, способный обеспечить ту или иную технологическую операцию, ученым приходится не только исследовать все имеющиеся коллекции (так называются своего рода хранилища уже найденных и выведенных микроорганизмов), но и часто искать новые организмы.

Биотехнология отличается большой разветвленностью, множеством отдельных дисциплин и отраслей, что вполне объяснимо, если учесть чрезвычайное многообразие объектов исследования. Принято различать три основных направления развития биотехнологии. Первое объединяет сравнительно новые научные результаты и заключается в использовании клеток растений и животных, причем не только существующих в природе, но и получаемых искусственно. Второе направление предполагает получение ферментов, белковых веществ, содержащихся в клетках и способных значительно (иногда в тысячи раз) ускорять различные химические реакции. Третье заключается, в основном, в разработке технологических процессов получения биомассы микроорганизмов, продуктов их жизнедеятельности.

Человечество может и должно создать и претворить в жизнь единую глобальную стратегию мирового развития. Ее реализация предполагает решение двух основополагающих проблем — проблемы мира и проблемы сохранения природы, которые находятся в диалектической взаимосвязи. Необходимо оценивать не только трудности и опасности развития, но и фиксировать позитивные тенденции, дающие основания для реального оптимизма. Огромное значение имеет здесь концепция, утверждающая приоритет общечеловеческих ценностей, включая экологические, над всеми другими. Только на этом пути может быть обеспечено выживание рода человеческого и реализация идеалов социального прогресса. У нас нет иной земли, кроме нашей, и следует беречь и приумножать ее богатства, рационально, бережно, всесторонне использовать природные ресурсы.

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

Среди противоречий, характерных для развития современного мира, необходимо отметить противоречия глобального масштаба, затрагивающие самые основы существования цивилизации — загрязнение окружающей среды, воздушного бассейна и океанов, истощение природных ресурсов. Проблемы обостряются не только избыточными нагрузками на природные системы вследствие научно-технической революции и роста масштабов деятельности человека. Ученые давно предвидели, насколько пагубными будут последствия подчинения природопользования слепой игре рыночных сил. Все отчетливее вырисовывается потребность в эффективных международных процедурах и механизмах, которые обеспечивали бы рациональное использование ресурсов планеты как общечеловеческого достояния.

Решать общечеловеческие, глобальные проблемы силами одного государства или группы государств нельзя. Необходимо сотрудничество в общемировом масштабе, тесное, конструктивное взаимодействие большинства стран. Эффективность программ охраны природы и использования ее ресурсов возрастает пропорционально росту территории, на которой они проводятся. Наибольший эффект достигается при объединении усилий нескольких стран, ставящих перед собой общие цели и добивающихся их реализации.

Нужна соответствующая международная политика и в сфере экологии. Только при наличии такой политики можно предотвратить трагедию. Конечно, выработка такой политики ставит необычные и непростые вопросы, затрагивающие даже государственные суверенитеты.

В настоящее время подписано соглашение с исполнительным директором Программы ООН в области охраны окружающей среды об участии международных специалистов в ликвидации той неблагоприятной экологической ситуации, которая сложилась вокруг Аральского моря. С 1990 г. международные специалисты занимаются анализом ситуации в районе Аральского моря и выработкой плана действий, который будет положен в основу международной программы восстановления экологического равновесия в этом регионе.

Изучение проблем Аральского моря станет моделью будущей глобальной стратегии для управления подобными районами и водными ресурсами в других странах. Создание общего плана действий и методологии, единого подхода к решению острейших экологических проблем — одна из задач международного проекта. С учетом характера Программы ООН в области окружающей среды первая фаза проекта рассчитывалась на два года, в течение которых предполагалось изучить проблему в целом, составить план действий, выработать механизм его реализации. Проект выполняется при участии широкой научной общественности, куда планируют вовлечь экспертов из развитых и развивающихся стран. Необходимы громадные капиталовложения, возможно сотни миллиардов рублей.

Сейчас требуется принятие обязательных принципов и норм поведения государств, а также определение основных направлений международного сотрудничества в экологической области. В качестве примеров возможных шагов можно назвать налаживание широкого обмена информацией по экологическим вопросам, взаимное предоставление доступа к передовым технологиям, установление строгой отчетности государств в области их природоохранной деятельности и экологических инцидентов.

Подписанное в 1989 году межправительственное соглашение о сотрудничестве в борьбе с загрязнением в Бёринговом и Чукотском морях в чрезвычайных ситуациях относится к числу тех договоренностей, своевременность и актуальность которых очевидна.

Межправительственное соглашение между Россией и США охватывает вопросы проведения совместных операций по борьбе с загрязнением окружающей среды в чрезвычайных ситуациях и уведомления об инцидентах, вызывающих или могущих вызвать крупномасштабные разливы нефти и иных вредных веществ. В соответствии с договоренностью стороны обязались обмениваться соответствующей информацией, проводить научно-техническое сотрудничество в области разработки средств и методов борьбы с морскими авариями, осуществлять подготовку персонала и проводить совместные учения.

Решено облегчить доступ национальных сил и средств этих стран, предназначенных для борьбы с загряз-

нением, в территориальные воды друг друга и установить порядок возмещения расходов на проведение совместных операций по борьбе с загрязнением морей. Неотъемлемой частью соглашения является план совместных действий на случай чрезвычайных ситуаций, который предусматривает конкретный порядок мер, принимаемых соответствующими службами двух государств, в случае аварии в Беринговом или Чукотском морях. Необходимость принятия этих мер обусловлена тем, что экологические инциденты нередко ведут к крупномасштабным разливам в море вредных веществ, затрагивая интересы прибрежных государств.*

Заключение соглашения о сотрудничестве в борьбе с загрязнением в Беринговом и Чукотском морях в чрезвычайных ситуациях является весомым конкретным результатом межгосударственного диалога по проблемам глобальной общечеловеческой значимости. Международное сотрудничество должно быть направлено не только на принятие согласованных технических мер, но и на разрядку напряженности, на прекращение гонки вооружений. Очевидно, что чистая природная среда и гонка вооружений несовместимы.

Широко развивается и сотрудничество в этом плане с Францией, Швецией, Финляндией и другими государствами. Развитие международного сотрудничества в области охраны окружающей среды не только способствует решению отдельных инженерных и научных задач путем объединения усилий специалистов и ученых, но и позволяет решать крупномасштабные, глобальные проблемы.

Глава 2. ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Первый научный труд, в котором обобщаются представления об атмосфере, связан с Аристотелем, высказавшим предположение, что Земля представляет собой шар и что поэтому воздушная оболочка, окружающая нашу планету, должна быть сферической. Это и выражается словом атмосфера (по-гречески *атмос* — пар, дыхание, а *сфера* — шар). В русскую науку это слово ввел М. В. Ломоносов.

По-видимому, атмосфера нашей планеты состояла вначале из летучих веществ, образовавшихся в земных недрах: H_2 , H_2O , CO_2 , CH_4 , NH_3 . Свободный азот если

и выходил наружу как продукт вулканической деятельности, то превращался в аммиак. Условия для этого были самые подходящие: избыток водорода и повышенные температуры — ведь поверхность Земли еще не остыла.

Атмосферный воздух — один из важных компонентов среды, окружающей человека, необходимейший природный ресурс. Кислород, входящий в состав атмосферы, представляет большую ценность для организма в процессе дыхания, он необходим при сжигании любого топлива в различных производственных установках и двигателях. Основными потребителями воздуха в природе являются флора и фауна Земли. Подсчитано, что весь воздушный океан проходит через земные живые организмы, включая человека, примерно за десять лет.

По характеру изменения температуры с высотой атмосферу разделяют на несколько слоев — сфер. Непосредственно к земной поверхности примыкает *тропосфера*, где идет непрерывное интенсивное перемешивание воздуха как по вертикали (что приводит к понижению его температуры с высотой примерно до $6,5^{\circ}\text{C}$ на км), так и по горизонтали. В тропосфере сконцентрировано 75% всей массы атмосферы, основное количество водяного пара и мельчайших частиц примесей, в результате чего здесь образуются облака, порождающие дождь, снег, грозы и другие атмосферные явления. Поэтому тропосферу и называют кухней погоды.

Верхней границей тропосферы является *тропопауза* — область, в которой температура перестает понижаться. В среднем она располагается на высоте 11 км, над экватором же ее высота составляет 18 км, а над полюсами — 8 км.

Выше тропопаузы, примерно до высоты 50 км, расположена *стратосфера*. Для этого слоя характерны слабые воздушные потоки, малое количество облаков и постоянство температуры (-56°C) до высоты примерно 25 км. Далее температура начинает повышаться (в среднем на $0,6^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 метров) и на уровне *стратопаузы* (45—54 км) достигает 0°C .

За стратопаузой следует *мезосфера* — слой, в котором температура с высотой вновь начинает понижаться, достигая у верхней границы — в *мезопаузе* (80—95 км)

— минус 85—90°C. Мезосфера — область серебристых облаков.

Далее (от 90 до 450 км) расположена *термосфера*, в которой температура опять начинает повышаться. В термосфере поглощается космическое излучение Солнца и сгорает большая часть метеоритов, залетающих из межпланетного пространства. Здесь же на высоте 300—400 км концентрируется максимум электрически заряженных частиц (ионов и электронов), которые образуются вследствие взаимодействия солнечной радиации с молекулами кислорода и азота.

Ионизированная область атмосферы, так называемая *ионосфера*, простирается от высоты 50—60 км до верхней границы атмосферы. Она способна отражать радиоволны, и это ее замечательное свойство используется в практике радиосвязи.

Самым верхним слоем атмосферы является *экзосфера*. Плотность воздуха в ней настолько мала, что понятие температуры теряет здесь свой физический смысл. Верхнюю границу экзосферы, а следовательно и всей атмосферы, практически определить нельзя, так как экзосфера постепенно переходит в межпланетное пространство. Но даже на высоте нескольких тысяч километров все еще имеются отдельные молекулы воздуха.

Поглощая солнечные лучи, Земля нагревается и отдает приобретенное тепло в виде длинноволновой радиации в атмосферу. Однако атмосфера вновь согревает остывшую Землю, возвращая тепло (преимущественно за счет отражения его водяным паром) земной поверхности. Нетрудно представить себе, каким был бы температурный режим Земли, если бы не было атмосферы: ночью и зимой она бы сильно охлаждалась за счет собственного излучения, а летом и днем перегревалась за счет солнечной радиации. Так происходит, например, на Луне, где нет атмосферы. Атмосфера не только регулирует тепловой режим Земли, но и способствует перераспределению тепла по всей земной поверхности.

Атмосфера защищает нас и от «звездных осколков». Размеры метеоритов в подавляющем большинстве не превышают величины горошины. С огромной скоростью (от 11 до 64 км/с) они под влиянием земного притяжения врезаются в атмосферу планеты, раскаляются за

счет трения о воздух и на высоте около 60—70 км большей частью сгорают. Если бы отсутствовала атмосфера, на Землю падали бы крупные космические осколки. Когда число частиц, вторгшихся в атмосферу Земли, особенно велико, создается впечатление «звездного» дождя. Суеверные люди считали его «небесным знамением». На самом же деле в этом нет ничего сверхъестественного.

Велико значение атмосферы и в распределении света. Воздух атмосферы разбивает солнечные лучи на миллионы мелких лучей, рассеивает их и создает то равномерное освещение, к которому привык человек. Наличие воздушной оболочки придает нашему небу голубой цвет, так как молекулы основных элементов воздуха и различные примеси, содержащиеся в нем, рассеивают главным образом лучи с короткой длиной волны, т. е. фиолетовые, синие и голубые. Иногда цвет неба бывает не чисто голубым. Это зависит от количества и размеров примесей в атмосфере.

С высотой, по мере уменьшения плотности и засоренности воздуха, т. е. количества рассеивающихся частиц, цвет неба становится темнее и переходит в голубоватый, а в стратосфере — в черно-фиолетовый. Благодаря атмосфере мы можем любоваться чудесными красками зари, золотистым светом Солнца. Летчики-космонавты рассказывают, что наша планета окружена ореолом нежно-голубоватого цвета, который постепенно темнеет, переходит в бирюзовый, синий, фиолетовый и, наконец, в черный цвет.

Атмосфера является той средой, где распространяются звуки. Без воздуха на Земле царила бы тишина. Мы не слышали бы ни друг друга, ни пения птиц, ни шума леса, ни воя ветра. Невозможна была бы человеческая речь.

Долгое время считали, что воздух не имеет массы. Только в XVII в. было доказано, что масса 1 м^3 сухого воздуха, если его взвесить на уровне моря и при температуре 0° , равна 1293 г, а на каждый квадратный сантиметр земной поверхности приходится 1033 г воздуха. Ладонь человека испытывает давление воздуха с силой около 1471 Н, а на все тело человека воздух давит с силой более $1471 \cdot 10^3 \text{ Н}$. Мы не замечаем этой огромной тяжести лишь потому, что все ткани нашего тела также насыщены воздухом, уравнивающим

внешнее давление. Как только это равновесие нарушается, наше самочувствие ухудшается: учащается пульс, появляется вялость, безразличие, притупляется острота ощущений. Такие же ощущения испытывает человек при погружении на большую глубину и подъеме на высокую гору, где давление воздуха и его масса уменьшаются: на высоте 20 км масса 1 м³ воздуха 43 г, а на высоте 40 км — лишь 4 г.

СОСТАВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Атмосфера — газовая оболочка Земли, ее масса составляет около $5,15 \cdot 10^{15}$ т. Очень долгое время люди считали воздух, составляющий атмосферу, простым веществом, и только в XVIII в. французский ученый Лавуазье установил, что он является механической смесью различных газов.

Кислород. Содержание кислорода в атмосфере в разных точках земной поверхности (в городе и за городом, в лесу и в поле, в степи и на море) равно в среднем 20,95% (по объему). Постоянство содержания кислорода обуславливается тем, что зеленые растения и фитопланктон океанов и морей, поглощая углекислый газ, выделяют за счет фотосинтеза кислород.

Ежегодно десятки миллиардов тонн кислорода расходуются на дыхание животных и растений, на нужды промышленности, которые все возрастают, а кислорода в воздухе меньше не становится. Общепринятое объяснение этого парадокса таково: зеленые растения в результате фотосинтетической деятельности выделяют почти 6 тонн кислорода на каждую тонну кислорода, израсходованного на дыхание. Причем 80% фотосинтетического кислорода выделяется фитопланктоном и лишь 20% — наземными растениями. Поэтому именно океан в первую очередь следует называть легкими нашей планеты.

Появление на Земле большой массы растений привело к накоплению кислорода в атмосфере за счет фотосинтеза. Общая масса его, по подсчетам В. И. Вернадского, составляет 10^{15} т и поддерживается на этом уровне за счет фотосинтеза, в результате которого в атмосферу Земли ежегодно поступает от 60 до 240 млрд т свободного кислорода.

Энергетические установки, «вдыхая» насыщенный

кислородом атмосферный воздух, выбрасывают взамен углекислый газ. В процессе сжигания органического топлива кислород служит окислителем и так же необходим для получения тепловой энергии, как и топливо. С полным основанием их можно считать равноправными партнерами.

Основными горючими компонентами органического топлива являются углерод и водород. При сжигании углерода на каждый его атом расходуется два атома водорода. При сжигании водорода кислород расходуется более экономно — один атом окисляет два атома водорода. Если в зону горения поступит меньше кислорода, чем требуется для окисления всех атомов углерода и водорода, то часть топлива сгорит не полностью и попадет в отходы вместе с золой и шлаком.

В настоящее время ежегодное потребление органического топлива (в тоннах условного топлива, эквивалентного углю с теплотой сгорания 7000 ккал/кг) составляет около 10 млрд т. Чтобы такое количество топлива превратить в полезную энергию, нужно израсходовать 27 млрд т кислорода. Предполагается, что к 2000 г. потребление топлива возрастет приблизительно до 18 млрд т. Значит, и потребление кислорода увеличится до 48 млрд т. Минимальный уровень воспроизводства кислорода за счет фотосинтеза растений оценивается в 60 млрд т в год. Очевидно, что поступление кислорода в атмосферу и его потребление энергетическими установками к концу века может практически сравняться.

Конечно, приведенные оценки предельны. Но есть ли основания для их существенного снижения? Ведь кроме энергетики, кислород круглосуточно «вдыхает» еще целая «армия» потребителей, таких, например, как металлургические заводы. Причем крупные энергоустановки и промышленные предприятия размещаются в основном в густонаселенных районах, вдали от больших лесных массивов.

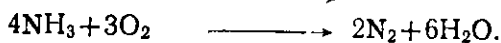
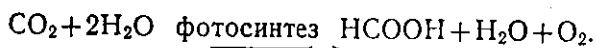
Видимо, уже сегодня следует подумать о сокращении числа искусственных потребителей атмосферного кислорода и снижении уровня его потребления энергетическими установками. Ведь нехватка кислорода, остановив процессы биологического окисления, оборвет цепь реакций, обеспечивающих организм энергией, и

парализует жизнь каждой клетки. Недаром кислород называют элексиром жизни.

Без кислорода невозможна жизнь, так как деятельность организма во всех ее проявлениях требует затрат энергии. Энергия же образуется в процессе окислительно-восстановительных реакций, непременным участником которых является кислород. Переход кислорода из вдыхаемого воздуха в кровь у человека и животного совершается в легких, точнее в местах соприкосновения тончайших мембран легочных альвеол (микроскопических пузырьков) и капилляров — мельчайших кровеносных сосудов. Связанный дыхательным пигментом крови — гемоглобином, кислород по лабиринтам бесчисленных артериальных путей доставляется к органам и тканям и дает им жизнь.

Азот. По своей массе азот составляет основную часть атмосферы. Жизнь многим обязана азоту, но и азот, по крайней мере азот земной атмосферы, своим происхождением обязан жизни, жизненным процессам. Поразительно несоответствие между содержанием азота в литосфере — 0,01% и в атмосфере — 75,6% по массе или 78,09% по объему. В общем-то, человек обитает в азотной атмосфере, умеренно разбавленной кислородом.

Академик В. И. Вернадский утверждал, что земная газовая оболочка, наш воздух, есть создание жизни. Именно жизнь запустила удивительнейший механизм фотосинтеза. Один из конечных продуктов этого процесса — свободный кислород — стал активно соединяться с аммиаком, высвобождая молекулярный азот:



Кислород и азот в обычных условиях между собой не реагируют, что и позволяет земному воздуху сохранять постоянство состава.

Азот атмосферного воздуха имеет важное биологическое значение прежде всего как источник так называемого фиксированного азота — ресурса растительной (а в конечном итоге и животной) пищи. Физиологическая значимость азота определяется его участием в

создании необходимого для жизненных процессов уровня атмосферного давления.

Углекислый газ. В атмосфере содержится 0,03% CO_2 или $2,3 \cdot 10^{12}$ тонн. Источником поступления углекислого газа в атмосферу являются вулканические газы, горячие ключи, дыхание человека, животных, растений и, наконец, сжигание человеком горючих ископаемых. Сжигание топлива ежегодно вносит в атмосферу не менее $1 \cdot 10^{10}$ тонн углекислоты. Примерно $1 \cdot 10^{11}$ тонн углекислоты непрерывно находится в обменном состоянии между атмосферой и океаном. Полный обмен углекислоты в поверхностных слоях океана происходит за период от 5 до 25 лет, а в глубоких — от 200 до 1000 лет. Полный обмен CO_2 в атмосфере происходит за 300—500 лет.

За счет зависимости растворимости углекислого газа от температуры в холодных областях океана происходит преимущественно его поглощение, а в тропиках — выделение. Наличие углекислого газа в атмосфере обеспечивает накопление солнечной энергии в биосфере за счет фотосинтеза сложных соединений углерода, которые в процессе жизни непрерывно возникают, изменяются и разлагаются. Эта динамическая система поддерживается в результате деятельности наземных растений и водорослей, улавливающих энергию солнечного света и использующих ее для превращения углекислого газа и воды в разнообразные органические соединения с выделением кислорода.

В процессе фотосинтеза растения ежегодно поглощают из атмосферы 170 миллиардов тонн углекислого газа. Таинство преобразования его в органическое вещество происходит в живых клетках с помощью хлорофилла и света. Главнейшим составляющим этого процесса является фотолиз воды. В ходе его из молекулы воды под действием энергии солнечных лучей высвобождается кислород, а водород идет на восстановление углекислоты.

На фотосинтез тонны органики уходит 1,5—1,8 тонны углекислого газа и высвобождается 1,1—1,3 тонны кислорода. Считается, что растения ежегодно создают до 100 миллиардов тонн органических веществ. При этом они расходуют 130 миллиардов тонн воды, выделяя из нее 155 миллиардов тонн кислорода.

Углекислый газ весьма активен в физиологическом

отношении, так как играет важную роль в регуляции обменных процессов, деятельности центральной нервной системы, дыхания, кровообращения, кислородного режима. Однако эта регуляция опосредована влиянием углекислого газа, образуемого самим организмом, а не поступающего из атмосферы. В тканях и крови животных и человека парциальное давление¹ примерно в 200 раз превышает давление на них атмосферы.

Водород, инертные газы, радон. В атмосфере содержится ничтожное количество свободного водорода (0,0001% по числу атомов), а также инертные газы (гелий, неон, аргон, криптон, ксенон), наличие которых связано с непрерывным протеканием процессов естественного радиоактивного распада. Инертные газы относятся к числу биологически индифферентных. В составе атмосферы содержатся также следовые количества радиоактивных продуктов распада урана и тория. Одним из них является радон, постоянно диффундирующий из почвы.

Атмосферная влага. Все процессы, развивающиеся в атмосфере, осуществляются за счет энергии, получаемой Землей от Солнца. Благодаря ей ежегодно с поверхности Земли испаряются многие миллиарды тонн воды. Атмосфера выполняет чрезвычайно важную роль перераспределителя влаги на земном шаре. Поступающая в атмосферу в виде пара вода переносится на огромные расстояния и затем снова выпадает на Землю. При самом слабом дожде (например, 1 мм осадков) на каждый квадратный метр поверхности приходится около 1 кг воды, а на 1 га—10000 кг, или 10 т. Если учесть, что для испарения 1 г воды требуется около 2512 Дж теплоты, то станет ясно, какое громадное количество энергии затрачивается на процессы, совершающиеся в атмосфере.

Вода в атмосфере находится во всех трех агрегатных состояниях — газообразном (водяной пар), жидком (капли дождя) и твердом (кристаллики снега и льда). Конденсация водяных паров приводит к образованию

¹ Парциальное давление — это давление, которое производил бы газ, входящий в состав смеси газов, если бы он один при данной температуре занимал объем, заполненный всей смесью газов. Это понятие распространяется и на газы, находящиеся в растворенном состоянии.

облаков; атмосферная влага, теряемая в результате выпадения осадков, пополняется за счет поступления новых порций испарившейся воды. Полное обновление состава водяных паров в атмосфере происходит за 9—10 дней. Таким образом, атмосферная влага является самым активным звеном круговорота воды в природе. При кажущейся легкости и воздушности облака вмещают в себя огромные количества воды.

Регулярные наблюдения за атмосферными характеристиками — давлением, температурой, ветром — производят уже более 200 лет. Науке известны теперь те крайние значения, в пределах которых происходят изменения этих характеристик на Земле.

Максимальное давление достигало 812,9 мм ртутного столба (декабрь 1968 г., в 300 км восточнее Туханска), минимальное давление было 641,2 мм (сентябрь 1961 г., тайфун Ненси). Разность этих крайних значений эквивалентна перепаду высот примерно на 1800 м. По отношению к среднему значению давления, равному 760 мм, величина отклонения в сторону минимума в два с лишним раза превышает величину отклонения в сторону максимума.

Максимальная температура воздуха составляла 58°C (октябрь 1922 г., Триполи), а минимальная — минус 88,3°C (август 1960 г., Антарктида, станция «Восток»). Средняя температура на земном шаре составляет около 17 градусов.

Наибольшая скорость ветра по прямым измерениям была 85 м/с (306 км/ч) в упомянутом тайфуне Ненси. Однако при ураганах часто происходит разрушение приборов, и максимальная скорость оценивается по косвенным данным. В 1935 г. во Флориде косвенная оценка показала 110 м/с (около 400 км/ч).

Значительные изменения отмечены в количестве осадков. Так, в Чарапунджи (штат Ассам, Индия) при годовой норме около 11 тыс. мм в 1947 г. выпало 24325,9 мм (слой воды более 24 метров), а в 1961 г. только за один июль выпало около 9900 мм. Минимальное годовое количество (1962 г.) составило 6847,2 мм. В колебаниях осадков здесь наблюдался значительно больший сдвиг в сторону максимума, однако для других мест это не характерно.

Температура, влажность и движение воздуха оказывают воздействие на организм человека. Благодаря

совершенным механизмам терморегуляции организм человека легко переносит изменения температуры и может приспособиться к различным климатическим условиям. Оптимальная для человека влажность — 40—60%. Сухой воздух при всех условиях переносится хорошо. Повышение же влажности воздуха неблагоприятно, так как при высокой температуре оно способствует перегреванию, а при низкой — переохлаждению организма. Движение воздуха увеличивает теплоотдачу организма. При высокой температуре (до 37°) ветер предохраняет человека от перегревания, а при низкой — способствует переохлаждению. Особенно неблагоприятна для человека комбинация ветра с низкой температурой и высокой влажностью.

Аэрозоли. Слово «аэрозоль» состоит из двух корней и в переводе на русский язык обозначает: «аэро» — воздух и «золь» — раствор мельчайших частиц, т. е. система из газа и взвешенных в нем свободных пылинок, капелек твердого тела или жидкости.

Можно сказать, что аэрозоли в окружающей природе довольно частое явление — это облака, запах цветов, целительные фитонциды, морской воздух, насыщенный солями. Все они полезны. Но есть и вредные: выхлоп двигателей, дым и др.

Аэрозоль наблюдается как в тропосфере, так и в верхних слоях атмосферы. Концентрация его убывает с высотой. Возникает он под влиянием «засорения» от земной поверхности, промышленных загрязнений, вулканических взвесей, извержений и космических факторов. Каждый кубический сантиметр воздуха, которым мы дышим в городе, содержит от 10 тыс. до миллиона мельчайших частиц, в сельской местности — около 5 тыс., над океаном — еще меньше. Так как аэрозольные частицы малы, каждую из них в отдельности мы не видим, но при большой концентрации они наблюдаются хорошо.

Эксперимент, проведенный учеными недалеко от Абастуманской обсерватории, был до крайности прост: на открытом воздухе выставили смоченную водой фотопластинку. Даже на следующий день на ней не было ни пылинки. Дальнейшие исследования подтвердили, что воздух этого уголка Грузии может служить эталоном чистоты атмосферы планеты.

На Землю каждые сутки падают тысячи тонн ме-

теоритов, метеоритных тел, космической пыли. Интересно, что основную массу вещества приносит космическая пыль — частицы с диаметрами от нескольких до 200—300 микрон.

Мелкие пылевидные частицы, выбрасываемые в атмосферу при извержении вулканов, могут оседать на землю в течение нескольких лет. Все это время они представляют собой своеобразный слой, который отражает некоторую часть солнечного тепла в космос и тем самым понижает температуру на Земле. Американский профессор Р. Брайсон приводит в качестве доказательства следующий исторический факт. После извержения в 1815 г. вулкана Тамбора в Индонезии 1816 г. был назван «годом, когда пропало лето». Тогда среднегодовые температуры в Северном полушарии были ниже обычного на один градус, а в Великобритании даже на три. В Канаде, например, июнь был отмечен снегопадами и заморозками. Во время извержения вулкана Кракатау в 1883 г. в верхние слои атмосферы было поднято огромное количество пыли, равное по объему 53 кубическим километрам. Как гласит гипотеза, именно этим фактом объясняется то, что восьмидесятые годы прошлого столетия были намного холоднее предыдущих двух десятилетий.

Наряду с различными пылевидными примесями в воздухе содержатся микроорганизмы (бактерии, плесневые грибки, споры). Чаще всего они бывают сорбированы на поверхности пылинок, с которыми вместе и переносятся токами воздуха. В подавляющем большинстве микроорганизмы открытой атмосферы принадлежат к сапрофитам. Патогенные микроорганизмы в атмосферном воздухе встречаются редко.

С давних пор для лечения туберкулезных заболеваний в медицине применяли воздух сосновых лесов. Однако причина его лечебной силы оставалась загадкой. Геофизики Института физики атмосферы Российской Федерации установили, что в хвойных чащах под влиянием солнечных лучей образуется особый «природный смог». Ученые обнаружили существование естественных смогов в природе. Оказалось, что таинственная «голубая дымка», стоящая в летнюю пору над полями, как и «городской» смог, состоит из мельчайших частиц, образовавшихся в результате тех же фотохимических реакций, но только не из вредных продуктов сгорания,

а из различных органических веществ, выделяемых растительностью.

Установлено, что «природный» смог, возникающий под воздействием солнца, является непрерывным процессом превращения газов, выделяемых растительностью, в твердые и жидкие частицы, которые претерпевают в воздухе дальнейшие изменения: проходят стадии рождения, развития и гибели. Каждая из них — микроскопическая «химическая реторта», где протекают реакции, ход которых регулируется метеорологической обстановкой.

Ионы. Под действием земного радиоактивного излучения и космических лучей в атмосфере образуются ионы. В одном кубическом сантиметре воздуха их может содержаться от нескольких сотен до нескольких десятков тысяч. Легкие ионы с отрицательным зарядом положительно воздействуют на организм. Искусственно ионизированный воздух улучшает обмен веществ, аппетит, усвояемость пищи, способствует росту и развитию организма, повышает продуктивность и устойчивость к заболеваниям. В городах, где воздух загрязнен, количество легких ионов в атмосфере значительно меньше, здесь доминируют тяжелые ионы, заряженные положительно. Свежий горный, лесной или морской воздух отлично воздействует на все системы организма, так как содержит большое количество отрицательно заряженных ионов, которые легче проникают в организм, лучше насыщают кровь и тем самым оказывают благотворное воздействие.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ И САМООЧИЩЕНИЕ АТМОСФЕРЫ

Обострение экологической ситуации во всем мире заставило усилить внимание к этой проблеме. В предшествующие десятилетия вклад нашей страны в ухудшение общей экологической обстановки отнюдь не был мал. Во многих городах Узбекистана уровень загрязнения атмосферного воздуха в 10 и более раз превысил предельно допустимые концентрации.

Выбросы твердых веществ, двуокиси серы, окиси углерода, окислов азота и углеводов составляют почти 98% суммарных выбросов. Как показывает анализ состояния атмосферы, выбросы основных веществ в большинстве промышленных городов создают

повышенный фон загрязнения, на котором особенно заметно проявляется загрязнение специфическими веществами. В атмосферный воздух ежегодно выбрасываются тысячи тонн сероводорода, сероуглерода, фтористых соединений, свинца, хлора. Атмосферный воздух загрязняется также выбросами аммиака, ацетона, фенола, ксилола, толуола, бензола и многих других предельных и непредельных углеводородов.

Предприятия металлургической, химической, цементной и других отраслей промышленности выбрасывают в атмосферу огромное количество пыли, сернистых и других вредных газов, выделяющихся при различных технологических производственных процессах.

Черная металлургия. Процессы выплавки чугуна и переработки его в сталь сопровождаются выбросом в атмосферу различных газов. Выброс пыли в расчете на 1 т передельного чугуна составляет 4,5 кг, сернистого газа 2,7 кг и марганца 0,6—0,1 кг. Вместе с доменным газом в атмосферу в небольших количествах выбрасываются соединения мышьяка, фосфора, сурьмы, свинца, пары ртути и редких металлов, цианистый водород и смолистые вещества.

Агломерационные фабрики также являются значительным источником загрязнения воздуха сернистым газом. Во время агломераций руды происходит выгорание серы из пиритов. Сульфидные руды содержат до 10% серы, а после агломерации ее остается 0,2—0,8%. Выброс сернистого газа в процессе агломерации составляет около 190 кг на 1 т руды, т. е. одна ленточная машина дает около 700 т сернистого газа в сутки.

Значительную роль в загрязнении атмосферы играют выбросы мартеновских и конверторных сталеплавильных цехов. При ведении мартеновского процесса пыль образуется из металлической шихты (стальной лом) при ее окислении, из шлака, руды, известняка и окалины, идущих на окисление примесей шихты, а также из доломита, используемого для заправки пода печи. В период кипения стали выделяются пары металла, окислов шлака и металла, газы. Преобладающая часть пыли мартеновских печей состоит из триоксида железа (67%) и триоксида алюминия (8,7%).

При бескислородном процессе на одну тонну мартеновской стали выделяется 3000—4000 м³ газов с концентрацией пыли в среднем 0,5 г/м³. При подаче кислорода в зону расплавленного металла пылеобразование многократно увеличивается, достигая 15—52 г/м³. Кроме того, плавление стали сопровождается выгоранием некоторых количеств углерода и серы, в связи с чем в отходящих газах мартеновских печей при кислородном дутье содержится до 60 кг окиси углерода и до 3 кг сернистого газа в расчете на 1 тонну выдаваемой стали.

Главная особенность конверторного процесса — получение стали из жидкого чугуна без применения топлива. Варение стали по такому принципу осуществляется в конверторах емкостью 50, 100, 250 и более тонн путем продувания жидкого чугуна кислородом, что обеспечивает выгорание нежелательных примесей, например, марганца, фосфора и углерода, содержащихся в передельном чугуне. Процесс получения конверторной стали носит циклический характер и при кислородном дутье длится 25—30 минут. Образующиеся дымовые газы содержат частицы окислов кремния, марганца и фосфора. В состав дыма входит до 80% окиси углерода. Концентрация пыли в отходящих газах составляет около 15 г/м³.

Современные заводы черной металлургии имеют в своем составе цехи коксования углей и отделения по переработке коксового газа. Коксохимические производства загрязняют атмосферный воздух пылью и смесью летучих соединений. В некоторых случаях, например, при нарушении режима работы, в атмосферу выбрасываются значительные количества неочищенного коксового газа. Загрязнение воздуха пылью при коксовании углей происходит при подготовке шихты и загрузке ее в коксовые печи, выгрузке кокса в тушильные вагоны и мокром тушении кокса. Мокрое тушение сопровождается также выбросом в атмосферу веществ, входящих в состав использованной воды.

Цветная металлургия является источником загрязнения атмосферного воздуха пылью и газами. Выбросы цветной металлургии содержат токсические пылевидные вещества, мышьяк, свинец и другие, что придает им особую опасность.

При получении металлического алюминия путем электролиза с отходящими от электролизных ванн газами в атмосферный воздух выделяется значительное количество газообразных и пылевидных фтористых соединений. При получении 1 т алюминия в зависимости от типа и мощности электролиза расходуется 38—47 кг фтора, при этом около 65% его попадает в атмосферный воздух.

Нефтедобывающая и нефтехимическая промышленность. Воздушные выбросы предприятий нефтедобывающей и нефтехимической промышленности содержат большое количество углеводородов, сероводорода и дурнопахнущих газов. Выброс в атмосферу вредных веществ на нефтеперерабатывающих заводах происходит главным образом вследствие недостаточной герметизации оборудования. Так, атмосферный воздух загрязняется углеводородами и сероводородом от металлических резервуаров сырьевых парков для нестабильной нефти, а также промежуточных и товарных парков для нефтепродуктов. Заводы синтетического каучука выбрасывают в атмосферный воздух стирол, давинил, толуол, ацетон, изопрен и другие вредные вещества.

Угольная промышленность. Источником загрязнения являются отвалы пустой породы или так называемые терриконники. Внутри терриконников вследствие самовозгорания длительное время идет горение угля и пирита, сопровождающееся выделением сернистого газа, оксида углерода, продуктов разгонки смолистых веществ.

Производство цемента и строительных материалов загрязняет атмосферу пылью. Основными технологическими процессами этих производств являются измельчение и термическая обработка шихт, полуфабрикатов и продуктов в потоках горячих газов, что связано со значительными выбросами пыли.

К химической промышленности относится большая группа предприятий, состав промышленных выбросов которых весьма разнообразен. Большинство соединений токсично для организма человека. Основными выбросами от предприятий химической промышленности являются окись углерода, окислы азота, сернистый ангидрид, аммиак, пыль от неорганических производств, органические вещества, сероводород и сероуглерод, хлористые и фтористые соединения и др.

Источниками загрязнения атмосферного воздуха в сельской местности являются животноводческие и птицеводческие фермы, промышленные комплексы по производству мяса, предприятия районного объединения «Сельхозтехника», энергетические и теплосиловые предприятия, а также пестициды, применяемые в сельском хозяйстве. В районе расположения помещений для содержания скота и птицы в атмосферный воздух часто поступают и распространяются на значительные расстояния аммиак, сероуглерод и другие дурнопахнущие газы.

К источникам загрязнения атмосферного воздуха пестицидами относятся склады, места протравливания семян и сами поля, на которые в том или ином виде наносятся пестициды и минеральные удобрения, а также хлопкоочистительные заводы. При протравливании хлопковых семян гранозаном и меркузаном загрязнение атмосферного воздуха прослеживается на значительном расстоянии.

Смог (смесь дыма и тумана). В 1952 г. в течение 3—4 дней от смога в Лондоне погибло более 4000 человек. Сам по себе туман не опасен для человеческого организма. Он становится вредным при сильном загрязнении токсическими примесями. 5 декабря 1952 г. над всей Англией возникла волна высокого давления и в течение нескольких дней не ощущалось ни малейшего дуновения ветра. Однако трагедия разыгралась только в Лондоне, где была высокая степень загрязнения атмосферы. Английские специалисты определили, что смог 1952 г. содержал несколько сот тонн дыма и сернистого ангидрида. При сопоставлении загрязненности атмосферного воздуха в Лондоне в эти дни с уровнем смертности было отмечено, что она увеличивается прямо пропорционально концентрации в воздухе дыма и сернистого газа. В 1963 г. густой туман с копотью и дымом, спустившийся на Нью-Йорк, убил более 400 человек. Ученые считают, что ежегодно тысячи смертей в городах всего мира связаны с загрязнением воздуха. Смог наблюдается лишь в осенне-зимнее время (с октября по февраль). Главный действующий компонент его — сернистый газ в концентрации 5—10 мг/м³ и выше.

Влияние атмосферных загрязнений на окружающую среду и здоровье населения. От загрязнения воз-

духа страдают животные и растения. Например, отходы медеплавильных заводов (хлор, мышьяк, сурьма) вызывают гибель домашних и диких животных, поедающих траву, отравленную этими веществами. Тяжелые заболевания скота наблюдаются от фтористых соединений. Медь и цинк, попадающие с выбросами заводов на поверхность земли, могут полностью уничтожить травяной покров.

Каждый раз, когда в Афинах идет дождь, вместе с водой на город обрушивается серная кислота, под губительным воздействием которой происходит разрушение Акрополя и его бесценных памятников древнегреческого зодчества, сооруженных из мрамора. За последние 30 лет дождем был нанесен больший ущерб, чем за предыдущие два тысячелетия. Экологи прекрасно изучили простую механику этого процесса. Промышленные предприятия и отопительные системы выбрасывают в воздух сернистый ангидрид, образующий в атмосфере пары серной кислоты или ее соли, которые затем с атмосферными осадками выпадают на землю и разрушают мрамор.

Этому виду загрязнения окружающей среды в определенной степени подвержены все промышленно развитые страны. Но столица Греции страдает сильнее, чем большинство других крупных городов Западной Европы, так как ежегодно в районе Афин в воздух выбрасывается около 150 тыс. т сернистого ангидрида.

На территорию Северной Швеции и Норвегии серы выпадает в 1,2—2,5 раза больше, чем выбрасывается в воздушный бассейн с этих территорий. В то же время во многих промышленных странах Западной Европы, в частности в Великобритании и Голландии, отношение выпадения серы к выбросу составляет лишь 10—20%, а в Германии, Франции и Дании — 20—45%. Следовательно, в этих государствах в атмосферный воздух серы выбрасывается гораздо больше, чем выпадает на их территории. Остальная же часть переносится воздушными потоками в соседние страны, в частности, в Скандинавию.

Опасность выбросов сернистых соединений заключается прежде всего в их массовости, токсичности и сравнительно большом общем «сроке жизни». «Продолжительность жизни» самого сернистого газа в атмосфере

сравнительно невелика (от двух-трех недель, если воздух сравнительно сухой и чистый, до нескольких часов, если воздух влажен и в нем присутствует аммиак или некоторые другие примеси). Растворяясь в каплях атмосферной влаги в результате каталитических, фотохимических и других реакций, он окисляется и образует раствор серной кислоты, в связи с чем агрессивность выбросов значительно возрастает.

В конечном счете переносимые воздушными массами сернистые соединения переходят в форму сульфатов. Их перенос в основном происходит на высоте от 750 до 15000 метров со скоростью около 10 м/с. Дальность переноса сернистого газа простирается до 300—400 км. На этом же удалении от источника выбросов в струе переноса отмечается максимум концентрации раствора серной кислоты. Ее обнаруживают и на расстоянии до 1000—15000 километров, где и завершается ее переход в форму сульфатов.

Описанный процесс — лишь упрощенная схема, не учитывающая возможности вымывания сернистого газа и серной кислоты по пути переноса каплями дождя, а также абсорбирования их растительностью, почвой, поверхностными и морскими водами.

Воздействие сернистого газа и его производных на человека и животных проявляется прежде всего в поражении верхних дыхательных путей. Под влиянием сернистого газа и серной кислоты разрушается хлорофилл в листьях растений, в связи с чем ухудшается фотосинтез и дыхание, замедляется рост, снижается качество древесных насаждений и урожайность сельскохозяйственных культур, а при более высоких и продолжительных дозах воздействия растительность погибает.

Нарушение экологического баланса в природе приводит к самым различным курьезам. Англичанка Джулия Хот по дороге домой совершенно неожиданно для себя поменяла цвет волос. Была шатенкой, а взглянув в зеркало, обнаружила, что ее волосы стали золотыми с редким красным оттенком. Незадолго до этого Джулия сделала в парикмахерской завивку, а на улице попала под дождь, после которого и стала золотоволосой. Оказалось, что дождь был кислотным. Химический препарат, использованный для завивки, вступил в реакцию с опасным дождем.

Наличие в воздухе соединений серы ускоряет процессы коррозии металлов, разрушения зданий, сооружений, памятников истории и культуры, ухудшает качество промышленных изделий и материалов. Установлено, например, что в промышленных районах сталь ржавеет в 20, а алюминий разрушается в 100 раз быстрее, чем в сельской местности.

Подсчитано, например, что общее количество выбросов сернистого газа в атмосферу нашей планеты от тепловых электростанций, металлургических заводов, нефтеперерабатывающих предприятий и других антропогенных источников за период с 1905 по 1965 годы возросло в четыре раза и в настоящее время достигло 150 млн т. Из этого количества до 110 млн. т (более 70% мировых выбросов сернистого газа) приходится на долю всех стран Европы, Соединенных Штатов Америки и Канады. Учитывая, что использование твердого топлива, и в частности бурого угля (характеризующегося высоким содержанием серы), имеет тенденцию к дальнейшему неуклонному росту на весь обозримый период, следует ожидать соответствующего увеличения выбросов сернистого газа до тех пор, пока в необходимых масштабах не будут реализованы способы и средства извлечения серы и ее соединений из топлива или отходящих газов. Загрязнение атмосферного воздуха таит в себе не только угрозу здоровью людей, но и наносит большой экономический ущерб.

Вредные для человека и для природы выбросы могут перемещаться в воздушных потоках на громадные расстояния. Установлено, например, что выбросы промышленных предприятий Германии и Англии переносятся на расстояние более тысячи километров и выпадают на территории скандинавских стран, а из северо-восточных штатов США — на территорию Канады.

Вредоносные последствия загрязнения среды проявляются и на территории наших государств. Так, по данным Европейской экономической комиссии ООН, с запада на восток через Российскую границу в воздушных потоках идет в 4 раза больше серы, чем в обратном направлении.

Дальнейшая индустриализация Европы и Северной Америки все больше усложняет эту проблему. К выбросам в атмосферу соединений серы добавляются вы-

бросы и других потенциально вредных веществ, таких, например, как соединения азота, тяжелые металлы — ртуть, свинец, кадмий. В результате обследований медицины пришли к заключению, что повышенное присутствие свинца в окружающей среде оказывает отрицательное воздействие на головной мозг: у детей отмечается умственная заторможенность, расстройства центральной нервной системы, поражаются также почки, печень и другие жизненно важные органы.

Загазованный, запыленный воздух значительно укорачивает срок службы городских зданий: из-за этого дополнительные затраты на их ремонт ежегодно исчисляются сотнями миллиардов рублей. То же можно сказать о промышленности. Например, зола, выбрасываемая предприятиями, не так уж безобидна и для них самих. Она способствует ускоренному абразивному износу подвижных частей оборудования, образованию ржавчины. Не в меньшей мере пыль и копоть противопоказаны сельскому хозяйству: при сильной запыленности и загазованности и по мере приближения посевов к источникам выбросов урожай зерновых снижается в среднем на 20%.

Самоочищение атмосферы. Воздушный океан представляет собой среду, где происходит разбавление концентраций вредных антропогенных веществ. Удаление аэрозолей из атмосферы происходит путем вымывания их осадками, оседания ионов под влиянием электрического поля в атмосфере, а также гравитационного оседания. Частицы размером 10 мк проходят путь от устья трубы высотой 45 м до поверхности земли за 1,4 часа. За это время при скорости ветра 2 м/с выброс из трубы будет отнесен на 10 км. Частицы меньшего диаметра осядут на еще большем расстоянии. Оседанию частиц способствует сорбция их на поверхности более крупных частиц.

При выпадении аэрозолей в отсутствии атмосферных осадков самоочищение происходит в результате соприкосновения нижнего слоя воздуха с земной поверхностью и предметами, расположенными на ней. Так, воздушные потоки, переносящие загрязнения, очищаются, встречая на своем пути лес. На деревьях осаждаются не только твердые частицы, но и летучие вещества, которые в виде молекулярных соединений смешаны с воздухом.

Вследствие турбулентного перемешивания приземный слой воздуха все время обновляется, в результате чего отлагается значительное количество аэрозолей. По данным В. П. Шведова и П. И. Геденова, на 1 м² земной поверхности под Санкт-Петербургом выпадало столько радиоактивных аэрозолей, сколько их было заключено в 250 м³ приземного слоя воздуха. На основании этого авторы делают вывод о том, что при условии равномерного загрязнения за сутки очищается слой высотой 250 м. Эта величина, условно называемая скоростью или высотой очистки, в различные дни имеет большие флуктуации. Процессы самоочищения атмосферы связаны не только с выпадением осадков и образованием нисходящих потоков, но и с другими метеорологическими явлениями.

Всякое загрязнение вызывает у природы защитную реакцию, направленную на его нейтрализацию. Эта способность природы долгое время эксплуатировалась человеком бездумно и хищнически. Из века в век складывалась практика широкого использования самоочищающей способности атмосферы. Отходы производства выбрасывались в воздух в расчете на то, что все они в конечном итоге будут обезврежены и переработаны самой природой. При этом не возникало и мысли о наносимом ей ущербе. Казалось, что как ни велика общая масса отходов, она незначительна по сравнению с защитными ресурсами природы. Однако при все прогрессирующем росте загрязнений становится очевидным, что природные системы самоочищения уже не выдерживают такого натиска.

Способность атмосферы к самоочищению имеет определенные границы. Если они превышаются, самоочищение в атмосфере не приводит к полному рассеиванию и разложению примесей. В связи с этим большие объемы вредных выбросов в атмосферу вызывают целый ряд неблагоприятных последствий.

ВЫХОЛЫ АВТОТРАНСПОРТА И МЕРОПРИЯТИЯ ПО БОРЬБЕ С НИМИ

Автомобиль — не роскошь, а средство передвижения. Это известно всем. Но то, что машина из благодати цивилизации может превратиться в ее бич, человечество стало понимать сравнительно недавно. Чем боль-

ше машин появляется на улицах, тем труднее горожанам мирно сосуществовать с их стальным гудящим и чающим потоком. В выхлопах двигателей внутреннего сгорания содержатся окись углерода, окислы азота, углеводороды, альдегиды, сажа, бенз(а)пирен. Достаточно сказать, что ученые уже обнаружили в этих газах около 200 компонентов. Окись углерода, например, попадая в кровь, так действует на красные кровяные шарики — эритроциты, что они теряют способность транспортировать кислород. В результате наступает кислородное голодание организма, что прежде всего сказывается на центральной нервной системе. Когда мы вдыхаем окислы азота, они в дыхательных путях соединяются с водой и образуют азотную и азотистую кислоты. В результате возникает не только раздражение слизистых оболочек, но и возникают весьма тяжелые заболевания. Считается, что окислы азота в 10 раз опаснее для организма, чем окись углерода.

Типичным представителем канцерогенных веществ, т. е. веществ, способствующих возникновению раковых опухолей, является бенз(а)пирен. Именно в развитии автотранспорта и, стало быть, во все большем засорении городского воздуха автомобильными газами многие ученые видят главную причину увеличения смертности от рака легких. Частота этого заболевания в городе намного выше, чем в сельской местности.

К веществам, оказывающим неблагоприятное влияние на организм человека, относятся также соединения свинца, содержащиеся в выхлопных газах автотранспорта. В атмосферном воздухе свинец содержится почти исключительно в виде неорганических соединений. Количество свинца в крови человека возрастает с увеличением его содержания в воздухе. Последнее ведет к снижению активности ферментов, участвующих в насыщении крови кислородом, и, следовательно, к нарушению обменных процессов в организме.

В настоящее время в мире насчитывается 500 млн автомобилей, в том числе 80 млн грузовых и примерно 1 млн городских автобусов. К концу столетия парк грузовых и легковых автомобилей увеличится до 700—800 млн. Противоречия, из которых «соткан» автомобиль, пожалуй, нигде не проявляются так резко, как в деле защиты природы. С одной стороны, он

облегчил человеку жизнь, с другой — отравляет ее в самом прямом смысле. Специалисты установили, что один легковой автомобиль ежегодно поглощает из атмосферы в среднем более 4 т кислорода, выбрасывая с отработавшими газами примерно 800 кг окиси углерода, около 40 кг окислов азота и почти 200 кг различных углеводородов. Если помножить эти цифры на 500 млн ед. мирового парка автомобилей, можно представить себе степень угрозы, таящейся в чрезмерной автомобилизации. Увеличение количества взвешенной в воздухе и осевшей на поверхности пыли объясняется повышенным износом асфальтового покрытия автомобильных дорог вследствие применения ошипованных шин.

В странах Содружества автомобили выбрасывают в атмосферу примерно 40 млн т вредных веществ в год (в том числе 27 млн т угарного газа и 10 тыс. т свинца). Более чем в 100 городах стран Содружества концентрация вредных веществ, попадающих в атмосферу с выхлопными газами, выше предельно допустимых норм.

Всего несколько лет назад полагали, что основными источниками загрязнения атмосферы являются промышленные предприятия. Сегодня же установлено, что в 116 крупных промышленных городах 60% выбросов приходится на автомобильный транспорт. Проверки показали, что каждый пятый автомобиль эксплуатируется с повышенной токсичностью или дымностью отработавших газов. В крупных городах доля загрязнения воздуха автотранспортом достигает 70—80% от общего уровня загрязнения и этот процесс все увеличивается. В ряде городов содержание окиси углерода в воздухе автомагистралей в 10—12 раз превышает предельно допустимое.

В деле защиты атмосферы от загрязнения автомобилями мы существенно отстали от развитых стран Запада по многим показателям. Двигатели некоторых автомобилей, только что сошедших с конвейеров автозаводов, выбрасывают в 3—5 раз больше вредных веществ, чем их зарубежные аналоги. Автомобили являются источником 60% загрязнения атмосферы углеводородами и 90% — окисью углерода, допустимая концентрация которой в воздушной среде стран Сбдружества установлена на уровне 1 мг/м³ против 10 мг/м³ в США. Однако,

несмотря на более жесткие нормы, экологическая ситуация в наших странах быстро меняется, так как автомобильный парк постоянно растет.

Фотохимический туман. В 30-х годах над Лос-Анджелесом стал появляться смог в теплое время года. Этот смог представлял собой сухой туман влажностью около 70%. Он получил название фотохимического тумана, так как для его возникновения необходим солнечный свет, вызывающий сложные фотохимические превращения в смеси углеводородов и окислов азота автомобильных выбросов. В ходе фотохимических реакций образуются новые вещества, значительно превышающие по своей токсичности исходные атмосферные загрязнения.

При фотохимическом тумане появляется неприятный запах, резко ухудшается видимость, у людей воспаляются глаза, слизистые оболочки носа и горла, отмечаются симптомы удушья, обострение легочных и различных других хронических заболеваний. Фотохимический туман отрицательно действует на нервную систему, вызывает обострение бронхиальной астмы. Повреждает он и растения. Сначала на листьях образуется водное набухание, через некоторое время нижние поверхности листьев приобретают серебристый или бронзовый оттенок, а верхние становятся пятнистыми с белым налетом. Затем происходит быстрое увядание. Фотохимический туман вызывает коррозию металлов, растрескивание красок, резиновых и синтетических изделий, портит одежду, нарушает работу транспорта.

Основной причиной фотохимического тумана являются отработавшие газы автомобилей. На каждом километре пути легковой автомобиль выделяет около 10 г окиси азота. Так, в Лос-Анджелесе, где имеется более 4 млн автомобилей, в воздух поступает до 40 т/кг этого газа. Кроме того, здесь часты температурные инверсии — до 260 дней в году. Инверсионный слой располагается на небольшой высоте, а интенсивность солнечной радиации достаточно велика, поэтому явно выраженный фотохимический туман наблюдается в Лос-Анджелесе более 60 дней в году. Отсюда и пошла печальная слава этого города как родины фотохимического тумана — явления, искусственно созданного человеком.

В районе Лос-Анджелеса особый климат. С трех сторон залив окружают горы, а с четвертой идет воз-

душный поток, который возникает над почвой, сильно нагревающейся под действием солнечного тепла, и устремляется вверх. Верхнюю часть этой гигантской колбы закрывает инверсионный слой, проходящий на уровне 200—250 м. В утренние часы «пик» в воздухе накапливается большое количество отработавших газов от автомобилей, направляющихся в город. На солнцепеке из этих газов выделяются вещества, вызывающие раздражение слизистой оболочки глаз. Перед полуднем образуется фотохимический туман. Вскоре после полудня под действием усиливающегося нагрева инверсия ослабляется и смог поднимается вверх. Влияние вечерних часов «пик» уже едва заметно.

Фотохимический туман возникает в загрязненном воздухе в результате фотохимических реакций, протекающих под действием солнечного излучения. В ясные дни солнечная радиация вызывает расщепление молекул двуокиси азота с образованием окиси азота и атомарного кислорода, который в сочетании с молекулярным кислородом дает озон. Казалось бы, озон, окисляя окись азота, должен снова превратиться в молекулярный кислород, а окись азота — в двуокись. Но этого не происходит, так как окись азота вступает в реакцию с содержащимися в отработавших газах олефинами, которые расщепляются и образуют осколки молекул. Так образуется избыток озона.

В результате продолжающегося явления фотолиза новые массы двуокиси азота расщепляются и дают дополнительные количества озона. Возникает цепная реакция, при которой в атмосфере происходит постепенное накопление озона. Ночью процесс образования озона прекращается. При вступлении озона в реакцию с олефинами образуются различные перекиси, которые и составляют характерные для фотохимического тумана продукты окисления (оксиданты).

К веществам, участвующим в фотохимических реакциях, относятся альдегиды, раздражающие глаза и вызывающие боль в горле уже при сравнительно малой концентрации. При большей концентрации альдегиды парализуют движение тонких ресничек в дыхательных путях, снижая тем самым способность организма к защите. Пероксиацетилнитраты также раздражают глаза. Однако эти вещества влияют на функции легких и органов кровообращения, начиная с такой

малой концентрации, когда человек еще не замечает, что ему щиплет глаза.

В процессе образования оксидантов возникают так называемые свободные радикалы, отличающиеся высокой реакционной способностью. В этой своеобразной атмосферной химической лаборатории происходит образование сложной смеси органических перекисей, которые и являются действующим фактором тумана. В настоящее время во многих крупных городах, в том числе в Нью-Йорке, Чикаго, Бостоне, Дейтройте, Токио, Милане и других, также образуется фотохимический туман.

В городах Содружества явлений, подобных фотохимическому туману, пока не наблюдалось, однако условия для его образования при достаточной инсоляции и быстром росте числа автомобилей могут возникнуть.

Причины «дымления» автомобилей различны — это и неисправность двигателя, и неотлаженность системы питания или зажигания. Если все автомобильные двигатели будут правильно отрегулированы, выброс вредных веществ в атмосферу уменьшится в 3—5 раз. Нарушение технологической дисциплины, нежелание лишний час «покопаться» в двигателе приводят к тому, что автомобиль неделями, а то и месяцами развозит по улицам ядовитый чад. Плохо накачанные шины не только быстрее изнашиваются, но и увеличивают сопротивление движению, а значит, больше сжигается горючего.

Неумелое поведение водителя за рулем (неправильный выбор скоростей движения, резкие разгоны и торможения, превышение установленной скорости), а также самостоятельная регулировка (например, увеличение частоты вращения на холостом ходу) и нарушение инструкций по эксплуатации автомобиля нередко приводят к увеличению загрязнения окружающей среды, снижая эффективность усилий целых конструкторских коллективов. Поэтому разъяснительная работа среди водителей автомобилей в этом направлении очень важна.

Чистота «дыхания» автомобиля во многом зависит от карбюратора. Карбюратор «Озон» обеспечивает более низкий расход топлива, а следовательно, и уменьшает токсичность отработавших газов. На базе его созданы

экономичные карбюраторы для автомобилей «Москвич», «Волга», «Запорожец» и др.

В качестве примера по сокращению вредных выбросов отработавших газов приводится столица Казахстана Алматы. Там не используется этилированный бензин. В 200 крупных автохозяйствах организованы контрольно-регулирующие посты проверки отработанных газов автомобилей на токсичность и дымность. На использование природного газа переведено значительное количество жилых домов и квартир с печным отоплением. И все же по сравнению с 1985 годом выбросы вредных веществ в атмосферу города сократились весьма незначительно. Уровень загрязненности воздушной среды по-прежнему не отвечает санитарным нормам, а среднее содержание некоторых вредных веществ превышает предельно допустимые концентрации в несколько раз. Основной загрязнитель — автотранспорт. Он выбрасывает в воздух вместе с выхлопными газами более 160 тыс. т вредных веществ ежегодно, тем самым в 3,5 раза превышая выбросы всех промышленных предприятий Алматы.

Влияние автомобильного транспорта на флору и фауну. Автомобильный транспорт оказывает негативное воздействие на природу вообще и на фауну в частности. Это выражается в загрязнении природной среды и дорог, разрушении мест обитания животных, рассеянии дорогами сезонных и суточных участков животных, столкновении последних с транспортными средствами.

Гибель крупных животных на автострадах исчисляется тысячами. Что касается мелких животных, то зайцы, ежи, ужи, черепахи, лягушки, грызуны гибнут сотнями тысяч. Во множестве гибнут мелкие птицы и беспозвоночные (бабочки, шмели).

Дороги часто пересекают привычные пути переходов диких животных. В результате столкновений с автомобилями гибнут многие животные и низко летающие птицы. Чтобы спасти их от гибели, достаточно установить в местах их переходов сетчатые заборы и рефлекторы, отражающие свет фар в темное время суток и отпугивающие тем самым животных. Но для ежей и других мелких животных те же сетчатые заборы часто оказываются причиной смерти. Застревая в них, животные медленно погибают от истощения и удушья. Для

барсуков, лис и более мелких животных необходимо предусмотреть подземные проходы при одновременном ограждении участков автострад.

Все эти мероприятия должны учитываться еще при планировании строительных работ, тогда они обойдутся дешевле и обеспечат безопасность как животных, так и автомобильного движения. При этом обязательна консультация со специалистами-биологами для выбора мест и методов антиаварийных мероприятий.

При проектировании дорог необходимо избегать пересечения ими заповедников. Ведь обходят же магистрали города и поселки. Животные тоже должны оставаться в стороне от дороги. Экологический фактор нельзя упускать из виду при любом проектировании, в том числе дорожном. Слишком близкое расположение зеленых насаждений делает дорогу привлекательной для птиц. Поэтому при проектировании следует учитывать и этот фактор.

В летнюю страду при перевозке хлеба на дороги просыпается зерно. Бесхозяйственно терять хлеб, но есть у этих потерь и экологические последствия. Зерно привлекает птиц и грызунов. Погибая под колесами, они в свою очередь привлекают ежей, лис, сорок и ворон. Создается цепочка животных, гибнущих на дороге. Эту цепочку можно разорвать, прекратив потери зерна.

Частота столкновения птиц с автомобилями зависит не столько от численности того или иного вида в окружающих биотопах, сколько от условий жизни, способов добывания пищи и т. п. Например, овсянки и воробьи легко становятся жертвами транспорта, поскольку они часто держатся в посадках деревьев вдоль дорог и на проводах, перелетая оттуда на проезжую часть за пищей. Козодои и деревенские ласточки погибают, сталкиваясь с автомобилями во время охоты над дорогами. Козодои, будучи ночными птицами, нередко теряют ориентировку, ослепленные светом фар. Гибель лесных видов птиц происходит при перелетах через дорогу.

Число погибших животных зависит от интенсивности и скорости движения транспорта. С нарастанием интенсивности число погибших животных увеличивается до определенных пределов, затем начинает снижаться, так как высокая интенсивность движения

транспорта способствует постоянному отпугиванию животных. На отрезках дороги с быстро движущимся транспортом среди животных, как правило, больше жертв.

Значительную роль играет придорожная растительность и прилегающие биотопы. На участках, где дорога делает крутые подъемы и спуски и лес близко подходит к полотну, гибнет преобладающая часть животных. Много животных погибает также на участках, характеризующихся частой сменой местообитаний: лес сменяется полем и наоборот.

Густота дорожной сети постоянно увеличивается, поэтому отрицательное воздействие автомобильного транспорта на животный мир возрастает. Помня об этом, необходимо принимать действенные меры для уменьшения гибели животных при прокладке новых дорог и проводить охранные мероприятия на уже имеющихся. В первую очередь надо обратить внимание на формирование придорожных биотопов.

За собственно дорожным полотном следует буферная зона, засаженная травянистой галофитной растительностью, затем идет полоса откосов, оставленная как жизненное пространство для насекомых и птиц. Желательно, чтобы дороги не совпадали с границами биотопов, характеризующихся большим числом видов обитателей. Для уменьшения гибели птиц сажать деревья и кустарники следует на некотором расстоянии от дороги. Снижению смертности лягушек во время сезонных миграций на нерест способствует устройство специальных подземных переходов в виде труб диаметром 40 см в сочетании с направляющими заборчиками.

Технический прогресс повлиял на природную фауну своеобразно: дикие животные привыкли к современным условиям существования, их даже не отпугивают запах бензина и масел, шум проносащихся по шоссе автомобилей. Бывали случаи, когда, переходя автостраду с интенсивным движением, звери буквально лавировали среди потока автомобилей. В областях с наиболее развитой системой скоростных трасс столкновения животных с автомобилями наблюдаются особенно часто. Сами по себе звери на дороге не так уж и страшны. Опасность возникает лишь в том случае, когда они появляются перед идущим на скорости автомо-

билем внезапно. Чтобы предотвратить столкновения с животными, на особо опасных участках дорог устанавливают предупредительные знаки, а посадки, подходящие слишком близко к трассе, вырубает.

Автомобильные дороги иногда преграждают традиционные пути миграции животных, отделяя места их обитания от мест питания или охоты и нарушая экологическое равновесие в природе. В связи с этим оправданы затраты на постройку специальных проходов, позволяющих животным пересечь дорогу, не попадая на ее проезжую часть. Для этого используют либо специально сооружают скотопрогоны, а также мостики-переходы над дорогой. Для привлечения животных к проходу через скотопрогоны по длине последних и на подходах к ним сотрудники службы эксплуатации дороги раскладывают корм.

Запрещается пересекать дорогой небольшие леса в средней их части, с тем чтобы не мешать миграции животных. Прокладка дороги вдоль опушки леса с левой стороны от нее всегда предпочтительна как по соображениям охраны животных, так с точки зрения ландшафтного проектирования.

Некоторые автомобильные дороги проходят по заповедникам, национальным паркам и лесам, где на проезжую часть попадают дикие животные, создавая аварийную ситуацию. Наблюдения показали, что многие животные легко проходят через существующие ограждения. Чтобы предотвратить появление животных на дорогах, необходимо увеличить высоту ограждений до 2,6 м. Целесообразно устраивать на опасных участках дорог изгороди из деревьев и кустарников. Они должны быть высажены в 2—3 ряда и отличаться высокой плотностью (непроходимостью). Породы насаждений в таких изгородях следует подбирать так, чтобы они не были привлекательными для травоядных животных.

Дороги следует прокладывать также в обход мест постоянного тока глухарей, которые выявляют работники лесной охраны. Глухари могут токовать только в определенных местах и при сравнительно невысоком уровне шума. Повышение его в период токования приводит к тому, что глухари отказываются от постоянных мест тока и впоследствии погибают.

В погожие воскресные дни многие горожане устремляются в зеленую зону — поближе к воде, лесу, в горы.

Еще совсем недавно основная масса отдыхающих направлялась в организованные зоны отдыха, дачные поселки или «оседала» в сравнительно узкой полосе вдоль железных дорог. Географию отдыха определял железнодорожный, автобусный и водный транспорт. Далеко от дорог проникали лишь настоящие туристы. Природа была защищена барьером относительной недоступности: чтобы попасть в заповедные, нетронутые места, приходилось долго идти пешком, нести тяжелый рюкзак, преодолевать известные трудности. Что дорого дается, то дорого и ценится, поэтому настоящие туристы природу не портили.

Однако в последние годы положение изменилось. Барьер недоступности, сдерживавший массы экологически невоспитанных людей, пал под натиском личного автомобиля. Стали обыденными массовые выезды на природу. По субботам из крупных городов выезжают многие сотни автобусов, арендованных предприятиями для своих сотрудников. Вся эта моторизованная «армия», пользуясь ранее недоступными шоссе, проселочными дорогами, лесными просеками, а то и просто целиной или полем, проникает за 1,5—2 ч в самые отдаленные уголки пригорода. Нескончаемыми лентами выстраиваются машины вдоль тихих речушек, по берегам озер, вдоль опушек и горных дорог. Здесь же владельцы автомобилей занимаются мелким ремонтом, моют машины, меняют масло, сливают бензин. Без разбора идут на устройство тентов, скамеечек и столиков зеленые деревца, стоянки украшаются охапками цветов, режут громкоговорители автобусных массовок.

Кончается выходной, и на месте автонашествия остаются мусор, битые бутылки, долго не зарастающие колеи, многочисленные кострища. Среди «любителей» природы и почтенные отцы семейств, и совсем еще юные граждане. Миллионы людей отдыхают в воскресные дни за городом, и далеко не все относятся к природе бережно.

Бездумно истребляется природа и в городах. Сочные травы городских газонов побудили некоторых хозяйственников использовать этот дар природы для пополнения фуражных запасов пригородных ферм. Но сенокосу положено быть на лугах, подальше от заводских строений и автомобильных дорог. У природы города иное

предназначение. Городские травы не для ферм. Иного толкования и быть не может. Любая зелень в городах выполняет ко всему прочему роль пылесосов, насосов и фильтров окружающей среды.

Дело в том, что растения как бы специализированы самой природой на «перекачку» тех или иных веществ из атмосферы. Одни накапливают и выводят за пределы своей зоны больше свинца, другие — серы, третьи — хлора. Обычно в литре испаряемой листьями влаги содержится около 40 мг всевозможных веществ и соединений. В общей сложности «пятый океан» Земли получает их за год более 1,5 млрд т. Конечно, загазованностью выше допустимых норм отличается атмосфера не всех городов. Но именно зеленым чистильщикам воздух обязан своей чистотой. А для них это не проходит бесследно: растения аккумулируют, вбирают в себя вредные вещества.

Использование растительной продукции (сена, фруктов, ягод) придорожной зоны не рекомендуется в связи с повышенным содержанием в ней тяжелых металлов и ядовитых полициклических соединений. Следует быть предусмотрительнее также с сенокосом в промышленных центрах и в зоне автомобильных дорог. Если где-то и допустима косовица трав, так не самостоятельная, а только с разрешения санитарных и агрономических служб, после обязательного анализа на содержание в зелени каждого газона токсичных веществ.

Оценка автомобилей на токсичность отработавших газов. Большое значение для уменьшения загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами имеет повседневный технический контроль состояния автомобиля. Все автохозяйства обязаны следить за исправностью выпускаемых на линию машин. При исправном, хорошо отрегулированном двигателе в отработавших газах окиси углерода должно содержаться не более допустимой нормы. Низкий уровень технического обслуживания и контроля за состоянием автотранспортных средств приводит к расстройству узлов и систем автомобиля. В результате выбросы вредных веществ возрастают, намного превышая установленную для данного типа автомобилей норму. Все это приводит к тому, что эффективность мероприятий, осуществляемых автомобильной промышленностью по

обеспечению требований стандартов, снижается, а нередко вообще сводится на нет.

В этих условиях более актуальной становится задача не столько совершенствования конструкции автомобиля с точки зрения ограничения токсичности, сколько повышения уровня технического обслуживания и совершенствования систем и методов контроля за техническим состоянием. Для быстрого и эффективно контроля за техническим состоянием автомобилей, соблюдением нормативных требований по охране атмосферного воздуха Государственная автомобильная инспекция (ГАИ) создает диагностические станции, оснащенные современными приборами, способными поставить «диагноз» многим автомобилям. Такие станции действуют в Ташкенте, Санкт-Петербурге, Киеве, Минске, Баку и других крупных городах. Часто транспортные предприятия имеют свое диагностическое оборудование, применение которого позволяет быстро оценить техническое состояние каждого автомобиля и не выпускать на линию неисправные машины.

В странах Содружества существуют два вида стандартов на нормы и методы определения вредных веществ в отработавших газах автомобилей и двигателей.

К первому относятся государственные стандарты, которые распространяются на автомобили, находящиеся в эксплуатации, т. е. на весь автомобильный парк. Это ГОСТ 17. 2. 2. 03-87 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания окиси углерода и углеводородов в отработавших газах с бензиновыми двигателями. Требования безопасности» и ГОСТ 17. 2. 2. 01-84 «Охрана природы. Атмосфера. Дизели автомобильные. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений». Этот ГОСТ на наличие вредных веществ в отработавших газах автомобилей значительно мягче стандартов, принятых в других странах. Иначе пришлось бы закрыть все наши автомобильные заводы. В Японии же, например, строгие требования к экологической чистоте автомобилей хотя и приносят убытки отдельным фирмам, но люди от этого только выигрывают.

Второй вид — отраслевые стандарты на новую продукцию, предусматривающие проверку токсичности отработавших газов автомобилей с искровым зажиганием

массой от 400 до 3500 кг, а также двигателей грузовых автомобилей и автобусов при приемочных и контрольных испытаниях на предприятиях-изготовителях. Количество автомобилей (двигателей, карбюраторов) для контрольных испытаний устанавливается предприятием-изготовителем при гарантированном соответствии всей продукции установленным нормам.

Предусмотренные ГОСТом 17. 2. 2. 03-87 нормы оказывают определенное влияние на снижение содержания окиси углерода в отработавших газах. Однако фактические ее концентрации остаются высокими и примерно вдвое превышают норму. Это происходит по ряду причин, основными из которых являются: отсутствие 100%-го контроля на токсичность новых автомобилей на заводах-изготовителях; недостаточное оснащение автомобилей газоанализаторами вследствие ограниченного их выпуска; несоблюдение работниками службы технической эксплуатации автопредприятий правил по контролю, регулированию и ремонту узлов и систем влияющих на токсичность отработавших газов.

Проверки, проводимые работниками Госавтоинспекции на улицах и дорогах, в автотранспортных предприятиях и на станциях технического обслуживания, выявляют массовые нарушения и так уж не самых жестких в мире стандартов: ежегодно ГАИ временно запрещает эксплуатацию каждой десятой из более чем 6 миллионов проверенных машин.

Согласно закону Республики Узбекистан «Об охране атмосферного воздуха», установлена ответственность должностных лиц и отдельных граждан за выпуск и эксплуатацию автомобилей и автотранспортных средств, у которых содержание загрязняющих веществ в выбросах, а также уровень шума, производимого ими при работе, превышает установленные нормативы. Между тем еще не все водители и владельцы индивидуальных автомобилей знают, что соблюдение норм допустимого выброса окиси углерода в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями, как и норм дымности дизельных автомобилей, не только снижает загрязненность атмосферного воздуха, но и ощутимо экономит топливо.

Доля неэтилированного бензина в общем объеме используемого горючего в СНГ, к сожалению, невелика и составляет примерно 25%. А ведь этот бензин не содержит вредных примесей и должен бы при-

меняться куда шире, что и делается во многих других странах.

Эффективность мер по резкому снижению содержания токсичных компонентов в отработавших газах сдерживается продолжающимся производством этилированных бензинов. Применение этих сортов горючего делает невозможным оборудование автомобилей нейтрализаторами — устройствами, улавливающими вредные вещества (нейтрализаторы способны работать только тогда, когда автомобиль заправлен бензином, не содержащим свинца). К 2000 году химия перейдет на выпуск бензина, не дающего «свинцовый» выхлоп. Уже готов к внедрению катализатор, способный уменьшить токсичность автомобилей, дело за автомобилестроителями.

Пока же, к сожалению, остается открытым и вопрос о начале производства в странах Содружества электронной части малотоксичной системы — соответствующих датчиков и микроЭВМ, которые применяются в автомобилях западных марок, что способствует снижению загрязнения воздуха.

Применение нейтрализаторов позволило в США снизить суммарный выброс токсичных веществ автотранспортом с 76 млн т в 1980 г. до 55 млн т в 1985 г. Нейтрализаторами в этой стране оборудовано более 85% автомобилей.

В Швеции предполагается снизить содержание вредных веществ в выхлопных газах автомобилей к 2010 г. на 75% благодаря установке на машинах каталитических фильтров выхлопных газов. Испытания показали, что в их выхлопе вредных веществ значительно меньше, чем предусмотрено стандартами 1989 г. Так, окиси углерода в выхлопе на 34%, углеводородов на 36% и окислов азота на 58% меньше, чем допускается стандартами. В настоящее время в Швеции уже эксплуатируется более 450 тысяч автомобилей с каталитическими фильтрами.

В странах Содружества также разрабатывается семейство катализаторов. Испытания показали, что они снижают уровень СО в отработавших газах на 80%, СН — на 70%, а NO — на 50%. В целом токсичность выброса уменьшается в 10 раз. Процесс окисления СО и СН по существу беспламенный и протекает при прохождении отработавших газов через слой но-

сителя (например, керамических гранул) катализатора. Лучшим катализатором оказалась платина, но это дорогой и дефицитный материал. Ведутся поиски других, более дешевых и доступных катализаторов. В известной степени платину могут заменить палладий, рутений, а также окиси меди, хрома и никеля, двуокись марганца и др.

В производимых в странах Содружества нейтрализаторах используется окись алюминия. Как и в термореакторе, процесс окисления СО и СН требует подачи дополнительного воздуха, а процесс восстановления окиси азота NO_x его не требует. Современные каталитические нейтрализаторы выполняются в виде двухкамерного реактора. В одной из камер осуществляется окисление СО и СН, а во второй — восстановление NO_x . Эти нейтрализаторы применяются на автомобилях с бензиновыми и дизельными двигателями.

Одна из трудностей состоит в том, что в отработавших газах дизелей содержится 10% и более кислорода, в присутствии которого реакция восстановления окиси азота не происходит, а для окисления СО этого кислорода недостаточно. Поэтому обычные каталитические реакторы без дополнительных устройств обеспечивают у дизелей лишь нейтрализацию несгоревших углеводородов и альдегидов, а также небольшой доли окиси углерода.

По мере эксплуатации созданных приборов обнаружались и другие неблагоприятные факторы. Так, при наличии бензинового двигателя с высокой степенью сжатия, работающего на этилированном бензине, поверхность катализатора быстро обволакивается свинцом, а на катализаторе осаждается сажа и сера, что существенно ослабляет его действие, и после определенного пробега он практически выходит из строя.

Дизель вместо бензинового двигателя. Немецкий инженер Рудольф Дизель (1858—1913) удостоился, пожалуй, самой высокой чести, о которой может мечтать изобретатель, — его имя навсегда стало неотделимо от сконструированного им теплового двигателя. Если сравнить бензиновый и дизельный двигатели, то в бензиновом рабочая (топливно-воздушная) смесь воспламеняется от постороннего источника (электрической искры), а в дизельном — под действием высокой температуры, развивающейся при сжатии смеси. Благодаря этому по-

требление топлива дизелем на 20—30% меньше, чем бензиновым двигателем.

Производство дизельных грузовиков началось в Германии в 1924 г. на фирме МАН, а год спустя там появился и легковой автомобиль с дизелем «Мерседес-Бенц». В России опытные образцы автомобильных дизелей были построены в начале 30-х годов, но возможности молодой промышленности не позволили наладить их серийный выпуск. Он начался лишь в 1947 г. на Ярославском автомобильном заводе — ныне моторном, головном в составе крупного объединения.

Однако в количественном отношении бензиновые моторы продолжают преобладать. Ими до сих пор оснащаются самые массовые грузовики «ГАЗ» и «ЗИЛ», а совокупная доля дизельных машин в общем выпуске даже с учетом такого гиганта, как «КамАЗ», — около 30%. Но уже в скором времени она достигнет 40—45%, а в грузообороте автомобильного транспорта — 60%. Положение в корне изменилось с переходом к производству дизельных грузовиков на ЗИЛе и ГАЗе. К 2000 г. выпуск дизельных автомобилей составит 65%.

У дизельного двигателя токсичность отработавших газов по сумме компонентов примерно втрое ниже, чем у бензинового, однако черные облака сажи, несущиеся за «КамАЗом» и за «Икарусом» и состоящие из негоревших частиц углерода топлива, не менее опасны, чем окись углерода в выхлопе бензинового мотора. Считается, что частицы сажи способствуют переносу и накоплению в организме канцерогенных соединений.

Дым всегда указывает на неисправную работу двигателя: плохое состояние топливной аппаратуры, загрязненность фильтров и т. д. Будет выхлоп дизеля дымным или чистым, зависит от своевременной диагностики, правильного обслуживания, качественного ремонта. Можно ли сказать, что автомобильное хозяйство все это обеспечивает? Ни ГАИ, ни автопредприятия практически не имеют в своем распоряжении дымомеров, позволяющих установить, находятся ли плотность и состав сажевого облака в допустимых пределах.

Другая проблема — дизельное горючее. Оно бывает двух сортов: густое — для лета, менее вязкое — для зимы. Использование их не по назначению может привести к «закупорке» топливопроводов. Целые области, а

то и республики бывают вынуждены работать на летнем горючем зимой, а зимнее получают к лету.

При сжигании в процессе работы дизельного двигателя 1 т топлива в атмосферу выбрасывается в среднем 16—18 кг сажи. В зависимости от режима работы дизеля на долю сажи приходится до 90% суммарной токсичности выхлопа. В отработавших газах дизелей содержатся и другие токсичные компоненты — окислы азота, сернистый газ и т. д. Однако в топливе для дизельных двигателей нет свинцовых присадок, а выброс таких вредных веществ, как окись углерода и углеводороды, на 50—90% ниже.

На автомобильные дизели имеется специальный ГОСТ 17.2.2.01-84 «Охрана природы. Атмосфера. Дизели автомобильные. Дымность отработавших газов. Нормы и методы измерений». Стандарт содержит методику, которая дает подробные рекомендации водителю, как определить содержание окиси углерода в выхлопе, как отрегулировать двигатель. Стандарты предусматривают дальнейшее поэтапное ужесточение норм выброса токсичных веществ.

Одно из направлений борьбы за чистоту воздушного бассейна — поиск более чистого топлива для двигателей. Небезуспешные работы ведутся, в частности, с газовым топливом. До сих пор на газе работали только автомобили с карбюраторными двигателями. Дизели же — нет. У них отсутствует система зажигания, т. е. нет искры, и, стало быть, нечем зажечь в цилиндрах газ.

Техническое решение нашли ученые. Оно оказалось оптимальным как по экономическим, так и по экологическим показателям, так как в продуктах сгорания газодизельной смеси в 2—3 раза меньше токсичных веществ, а это, особенно в городах, очень существенно.

В некоторых городах появились «Икарусы» с двумя вместительными баллонами на крыше. Они работают на особом виде горючего — смеси дизельного топлива и природного газа — и прекрасно справляются со своей задачей. Этот автобус экологически чистый, так как у него нет обычного дымного шлейфа. Отработавших газов у него по сравнению с обычным в 4 раза меньше, вдвое снижен расход дизельного топлива, на 10—12% повышена мощность двигателя, а время его работы между ремонтами увеличено в 1,5 раза.

Однако совершенствование не имеет пределов. Большие надежды в повышении экологичности двигателей возлагают на керамику. Работы в области специальной жаростойкой и ударопрочной керамики продвинулись настолько, что уже в ближайшее время она, по-видимому, станет одним из важнейших промышленных конструкционных материалов. Все большее развитие получает технология керамических материалов на основе бинарных и многокомпонентных нитридов, боридов, карбидов, твердосплавных композиций с полной или частичной заменой вольфрама и кобальта для двигателестроения, электроники, качественной металлургии, атомной энергетики, средств связи, материалов инструментального или абразивного назначения. К достоинствам керамики относятся малый удельный вес и высокая прочность, а сырьевая база для нее практически не ограничена.

Вероятно, что в ближайшем будущем керамические материалы найдут широкое применение в газотурбинных и так называемых адиабатических дизельных двигателях. Если ротор газотурбинного двигателя сделан из карбида или нитрида кремния, допустима температура порядка 1400°C , тогда как лишь немногие из имеющихся сегодня специальных металлических сплавов выдерживают температуру 1100°C .

Адиабатические двигатели внутреннего сгорания с деталями из керамики для легковых и грузовых автомобилей также имеют ряд преимуществ по сравнению с традиционными. Большая теплостойкость керамики позволяет отказаться от водяного охлаждения. Ожидается, что эффективность использования топлива в таких двигателях повысится на 30—35%.

Автомобили на газе. Одна из возможностей снижения остроты экологической проблемы — перевод государственных и частных автомашин с бензина на газовое топливо. Это позволит почти в сто раз уменьшить выбросы в атмосферу канцерогенных веществ. Сократится и расход нефтепродуктов. Перевод автомобильного транспорта с жидкого на газовое топливо экономически и технически оправдан. Если уровень добычи нефти и газового конденсата стабилизировался и составляет 600—615 млн т в год, то объемы добычи газа растут. В 1985 г. добыча газа составила 643 млрд м^3 . К 1990 г. она достигла 835—850 млрд м^3 . Каждая тысяча газобаллон-

нах автомобилей экономит на грузовых перевозках 12 тыс. т бензина, на пассажирских (автобусах) — 30 тыс. т, на таксомоторных — 8 тыс. т в год. Значительно сокращаются и затраты на охрану окружающей среды и воздушного бассейна.

Природный газ — отличное топливо для машин. Он дешев. Газ лучше бензина смешивается с воздухом, поэтому он полнее сгорает в двигателе, а значит, и вредных веществ в отработавших газах меньше. Различных присадок газовое топливо не требует. Октановое число у него от 105 до 110 ед., в то время как у самого высокосортного бензина оно составляет только 98 ед. Кроме того, газовое топливо продлевает жизнь автомобильного двигателя почти в 1,5 раза благодаря тому, что не нарушает масляную пленку между трущимися деталями, и они меньше изнашиваются, в то время как бензин смывает ее, разжижает и портит.

В 1986 г. во всем мире было около 3 млн автомобилей, работающих на сжиженном пропан-бутановом газе. Парк газобаллонных автомобилей на сжатом природном газе составляет 500—600 тыс. ед., из них примерно половина эксплуатируется в Италии. Расчеты показывают, что перевод в странах Содружества на газовое топливо примерно 1 млн автомобилей позволит экономить ежегодно до 8 млн т бензина.

Несомненно, что применение природного газа в качестве автомобильного топлива возрастет главным образом в больших городах и курортных зонах. В начале восьмидесятых годов уже началась реализация целого комплекса мероприятий по переводу автомобильного транспорта на газообразное моторное топливо. В настоящее время расширяется производство грузовых и специализированных автомобилей, автобусов, машин для городского коммунального хозяйства и автопогрузчиков, работающих на сжатом природном газе высокого давления и сжиженном нефтяном газе, осуществляется строительство и ввод в действие мощностей для их заправки, что позволит значительно сократить расход бензина и дизельного топлива.

На улицах Ташкента и других крупных городов все чаще встречаются автомобили, у которых под грузовой платформой расположены шесть или восемь баллонов, окрашенных в красный цвет. По этому признаку можно определить, что топливом для них служит сжатый при-

родный газ. Для заправки автомобилей газовым топливом создается сеть автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС).

Основные технологические процессы станции (рис.1) предусматривают очистку газа, поступающего из внешней сети, от различных примесей, доведение давления до 250 МПа (250 мкг/см^2), осушку газа, заправку автомобилей и учет расхода топлива. Одна АГНКС рассчитана на 500 заливок в сутки при трехсменной работе и объеме заправки 10 м^3 газа. Время заправки автомобиля составляет 10—12 мин.

В последнее время автомобилисты все чаще обращаются к газу как к альтернативному виду топлива. Преимущество газа — дешевизна и экологическая чистота. Недостаток — сложности с заправкой и качеством газовой аппаратуры.

Практика показала, что использование сжиженного газа приносит немалые выгоды. Газовое топливо значительно дешевле бензина, что позволяет снизить себе-

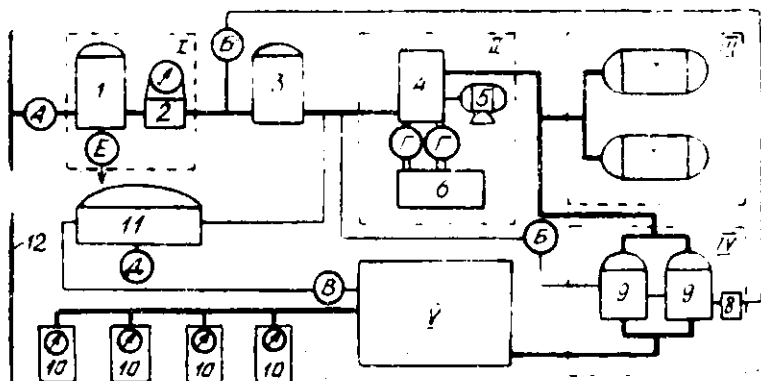


Рис. 1. Принципиальная технологическая схема автомобильной газонаполнительной компрессорной станции:

А — основной технологический поток газа, Б — поток газа на регенерацию, В — поток газа на продувку системы, Г — поток воды на охлаждение газа, Д — удаление из системы углеводородного конденсата и масла, Е — удаление из системы воды и других примесей; 1 — отделение подготовки газа, 2 — компрессорное отделение, 3 — отделение аккумулятора газа, 4 — отделение осушки газа, 5 — отделение регулирующей и запорной арматуры; 6 — первичный сепаратор, 7 — счетчик расхода газа, 8 — гаситель пульсаций, 9 — компрессор, 10 — приводной электродвигатель, 11 — воздушный холодильник воды, 12 — аккумуляторы газа, 13 — электроподогреватель, 14 — адсорберы, 15 — заправочные колонки, 16 — продувочная емкость, 17 — подводящая газовая магистраль.

стоимость каждого рейса. Кроме того, в крупных промышленных центрах уменьшаются выбросы в атмосферу вредных примесей. Экономия топливных ресурсов была бы еще более ощутимой, если бы автомобилестроители получали достаточное количество специальных баллонов.

Электромобиль. На рубеже веков, когда автомобилизм переживал пору своего младенчества, а проблема охраны окружающей среды еще не волновала человечество, пытливые умы изобретателей уже искали альтернативу двигателю внутреннего сгорания. В России конструированием и изготовлением электромобилей занимался известный в те годы изобретатель И. В. Романов. В 1899—1901 годах им были созданы опытные образцы электромобилей. Это были двухместные открытые коляски и четырехместные закрытые кареты, они развивали скорость до 38 км/ч. Электрические батареи из четырех групп аккумуляторов по 11 элементов в каждой обеспечивали запас хода в 64 км. Романов построил также омнибус на 17 пассажиров, способный двигаться со скоростью 19 км/ч. Но его машины не выдержали конкуренции. Автомашин с бензиновыми двигателями к началу нынешнего столетия, казалось, одержали полную и окончательную победу.

Однако начиная с 60-х годов (и особенно после жесточайшего энергетического кризиса 1973 г.) вновь возродился интерес к использованию электромобилей на городских магистралях. Интерес этот был вызван не только энергетическими, но и экологическими проблемами. Электромобиль не загрязняет и не подогревает воздух, от него меньше шума. Поэтому, несмотря на все сложности, электромобили необходимо использовать в городах ради значительного улучшения среды обитания.

В последние годы многие западные фирмы увеличивают производство автомобилей, «заправляющихся» от электрической сети. В странах Содружества производятся электромобили пяти марок. Электромобиль Ульяновского автозавода (УАЗ-451-МИ) отличается от остальных моделей системой электродвижения на переменном токе и встроенным зарядным устройством, что позволяет производить подзарядку батарей свинцово-кислотных аккумуляторов непосредственно от городской электросети. Зарядное устройство снабжено преобразователем тока, допускающим применение легкого и низкооборотного

тягового двигателя. Машины этой марки уже используются в некоторых городах для доставки продуктов в магазины и школьные буфеты.

Что же препятствует распространению городского транспорта на электрической тяге? Две основные проблемы: автономность и цена. Имеющиеся ныне в продаже электромобили способны пройти лишь 60—100 км, после чего необходима многочасовая подзарядка батарей или же их полная замена. Цены же их в два раза выше автомобиля с двигателем внутреннего сгорания. К этому надо добавить расходы на покупку батарей, которые служат не более двух лет. Однако следует учитывать и то, что расходы на обслуживание и «топливо» для электромобиля примерно на 50% ниже.

В Австрии намечается серийное производство натриевых батарей. Это и будет началом эры электромобилей. Именно такими батареями снабжен автомобиль, одержавший победу на гонках «Австро-солар» в 1989 г. Он развил скорость 130 км/ч. Одной «заправки» хватило на 200 километров пробега.

Внешне натриевая батарея мало чем отличается от свинцовой. В полые ячейки заливаются в жидком виде натрий и сера. Стенки ячеек керамические. Такие ячейки, соединенные между собой, способны снабжать энергией мотор электромобиля. Натриевая батарея рассчитана на тысячу заливок, а это значит, что с одним комплектом батарей можно проехать от 150 до 200 тыс. км. Такой пробег не всегда доступен даже современным машинам. Если к этому добавить бесшумный ход электромобиля, полное отсутствие вредных выбросов в атмосферу и способность управляться самым дешевым «горючим» — энергией Солнца, преобразованной в электрический ток, то станет ясно, что это самый желанный вид транспорта из всех до сих пор известных. Конечно, на первых порах электромобиль может уступать своему предшественнику в комфорте. В него уместится только водитель и один пассажир, ибо в задней части место кресла займут батареи. Ведущие колеса — передние, поэтому карданный вал не понадобится и вес машины существенно не изменится.

Главный недостаток электромобиля — длительность заправки батарей (около семи часов). Но специалисты считают, что на первое время проблему заправки можно решить, установив на стоянках электророзетки. Пока

водитель занят на работе, батареи заряжаются. Электромобиль может заряжаться также при торможении.

Во многих странах есть интересные идеи по созданию электромобилей. В Германии и Швейцарии, например, они снабжены бромцинковыми и никелевыми батареями. Очень оригинальные идеи предлагают итальянские и японские конструкторы. Словом, поиск идет повсюду. Страна, которая первой выйдет на мировой рынок с электромобилем, не уступающим автомобилю с бензиновым двигателем, окажется лидером в гонке за транспорт XXI века.

В автомобилях с солнечными батареями вместо бензина машины будут потреблять накопленную в батареях энергию Солнца. В 1989 г. на территории Ганноверской ярмарки была продемонстрирована солнечная газозаправочная станция. Составленные из фотоэлементов 360 ее модулей смонтированы на мачте высотой в 42,5 м. Они преобразуют солнечный свет в электричество. Производительность станции — 15 кВт. В дни работы ярмарки Солнце полностью обеспечивает «горючим» весь местный электромобильный парк. В остальное время ток поступает в общую электросеть.

В интересах защиты окружающей среды целесообразен скорейший перевод автотранспорта на электротягу, особенно в крупных городах. Считается вполне возможным, усовершенствовав существующие типы источников тока, создать и передать в эксплуатацию электромобили, экономически и технически конкурентоспособные с обычными автомобилями. Последующие этапы развития электромобилей связывают с серийным и массовым их производством и постепенным увеличением их доли в автомобильном транспорте. Предполагается, что в 2000 г. электромобили могут составить 5% от общего числа автомобилей мира, а в 2025 г. — 15%.

Автоматизированные системы управления городским транспортом. Снижению вредных выбросов автомобилей способствует равномерное движение машин на улицах, ликвидация заторов, сокращение задержек транспорта на перекрестках. Большую роль в регулировании движения играет привычный всем нам скромный светофор. Впервые он появился в 1868 г. в Лондоне, когда автомобилей и в помине еще не было, а улицы находились во власти конных экипажей. Тогда перед зданием парламента установили железнодорожный семафор с зеле-

ными и красными газовыми трубками. Увы, от новшества вскоре пришлось отказаться, поскольку трубки то и дело взрывались, пугая лошадей. Лишь 60 лет спустя усовершенствованный — уже электрический — светофор появился на одной из улиц Нью-Йорка. Стандартом США и было установлено расположение красного, желтого и зеленого цветов сверху вниз или слева направо.

В Москве первый трехсекционный (трехцветный) светофор был установлен на перекрестке Петровки и Кузнецкого моста в 1939 г. Сейчас напряженный и все усложняющийся ритм автомобильных потоков столицы регулируют более 800 светофоров. На сорока двух магистралях они работают по четкой, координированной системе, известной под названием «зеленая волна».

Странная на первый взгляд взаимосвязь светофора с чистотой воздуха и экономией топлива и Электроэнергии объясняется весьма просто: в результате умелого управления транспортными потоками автомобили меньше простаивают на перекрестках, вхолостую расходуя горючее и загрязняя воздух отработавшими газами, а трамваи не тратят дополнительную электроэнергию на разгон и торможение. Именно эту задачу успешно решает «электронный регулировщик», оборудованный ЭВМ, специальными датчиками, установленными на проезжей части, и получающий информацию о движении транспорта с соседних перекрестков.

Сейчас в Москве внедряется система «Старт». Это автоматизированная система управления дорожным движением. Она принципиально отличается от более простых подобных систем. Благодаря применению совершенных технических средств, математических методов и вычислительной техники эта система позволяет оптимально управлять движением транспорта во всем городе и полностью освобождает человека от обязанностей непосредственного регулировщика автомобильными потоками.

Система «Старт» (рис. 2) начинается с десятков тысяч индуктивных детекторов (датчиков), вмонтированных в покрытие улиц вблизи перекрестков. Они собирают данные о плотности и скорости транспортных потоков. Через электронные устройства эта информация поступает в управляющий вычислительный комплекс — мозг системы. Здесь данные обрабатываются и систематизируются, а затем на основе моментального и точного анализа ЭВМ выдает решение, которое тут же реали-



Рис. 2. Принципиальная схема автоматизированной системы управления дорожным движением «Старт»:

а — здание Центра управления в разрезе, б — схема управления светофорами и указателями.

зуется через систему управляемых светофоров и указателей. На все это требуются считанные мгновения.

Паделить «Старт» огромной «памятью» и способностью потрясаяще быстро «мыслить» позволила кибернетика — наука об общих законах получения, хранения, передачи и переработки информации. Как и всякая другая наука, кибернетика имеет свой метод изучения проблемы — моделирование. Он и был использован при изучении процессов, характерных для дорожного движения.

Это была кропотливая работа, занявшая несколько лет. Ученые исследовали транспортные потоки и со стороны, расположив приборы на уличных тротуарах, и изнутри — из автомобиля, движущегося в потоке, и сверху — из патрульного вертолета ГАИ. Так формировалось представление о закономерностях движения, на основе

которых были выведены сложные математические зависимости — модели, характеризующие условия оптимального управления транспортными потоками. В результате появилась возможность, учитывая по каждому направлению количество и качество транспортных единиц, число перекрестков и полос движения, протяженность перегонов, состояние проезжей части и другие факторы, теоретически вычислить оптимальную продолжительность сигналов каждого из светофоров. Притом не на одной магистрали или улице, а по всем направлениям движения в городе, обеспечив оптимальные скорости и минимальные задержки.

В память ЭВМ заложены программы управления движением с учетом самых разных условий — времени года, дня, недели, часа суток, состояния проезжей части, погоды и т. п. Получив информацию от датчиков, которые вмонтированы в полотно проезжей части улиц, и проанализировав ее, ЭВМ без участия человека находит в своей памяти программу оптимального управления движением для каждой конкретной транспортной ситуации.

Может возникнуть сомнение: не окажутся ли эти модели и программы в масштабах крупного города слишком громоздкими и запутанными и не отразится ли это на оперативности функционирования системы в целом. Этого не должно случиться. В системе предусмотрена своеобразная иерархия, другими словами, подчиненность и последовательность программ управления. Верхний, стратегический уровень координирует движение транспортных потоков в масштабах всего города. Средний, тактический уровень корректирует стратегические программы с учетом особенностей движения в пределах какого-то одного района или конкретной магистрали. И, наконец, нижний, локальный уровень позволяет быстро соотнести стратегические и тактические программы с конкретными условиями в пределах каждого перекрестка, включенного в систему.

Постоянный контроль за работой системы ведут специалисты из управляющего вычислительного комплекса. В одном из его залов за двумя ярусами пультов — люди, в руках которых сосредоточены нити управления движением во всем огромном городе. Операторы, занимающие первый ярус, контролируют перемещение транспортных потоков в каждом районе города. Диспетчеры,

или ответственные дежурные, расположившись во втором ярусе, координируют и дублируют действия операторов и при необходимости принимают решения по наиболее сложным вопросам организации движения как в отдельных районах, так и в целом по городу. Перед операторами и диспетчерами размещена мнемосхема, выполненная в виде огромной карты города. На эту карту постоянно стекается вся информация о работе системы. Множество маленьких электрических лампочек разных цветов придают ей наглядность, которая необходима для оперативного контроля.

В основном управление движением происходит автоматически, без непосредственного вмешательства дежурного персонала Центра. Но, как известно, улица полна неожиданностей: изменение условий движения из-за погоды, авария, «закупорившая» какую-либо транспортную артерию, пропуск оперативных машин или организованных колонн и т. п. Все это невозможно учесть в стандартной программе для каждого участка огромной транспортной сети города. И тогда в управление вмешивается человек.

Возникновение очага напряженности в любой точке города сразу же отражается на мнемосхеме. Чтобы разобраться в ситуации, дежурный имеет возможность ментально оказаться на месте происшествия с помощью телевизионных камер, которые должны быть установлены на высоких опорах во всех районах города. Прежде чем принять решение, он может «посоветоваться» с ЭВМ: на дисплей, представляющий собой специальное устройство, экран которого вмонтирован в пульт управления каждого оператора, мгновенно выводятся расчетные параметры движения транспорта на интересующем участке, и в них вносятся поправки, необходимые в той или иной неожиданно возникшей ситуации. Чтобы не показалось, что на это потребуется слишком много времени, напомним: за одну секунду ЭВМ способна выполнить почти миллион операций.

Работа операторов строится по прогрессивному бригадному методу. Это позволяет каждому из них корректировать направление и интенсивность транспортных потоков в любом районе города, что особенно важно в часы «пик». Координация действий диспетчеров, операторов, постов и пикетов ГАИ, инженеров и техников, обслуживающих систему, осуществляется посредством

диспетчерской, телефонной и радиосвязи. Наряду с аппаратным дублированием основных узлов системы «Старт» это обеспечивает высокую надежность работы «всевидающего регулировщика».

Итак, система имеет замкнутый контур управления дорожным движением: транспорт — детекторы (датчики) — ЭВМ — светофорная сигнализация и дорожные знаки — транспорт.

«Старт» — сложная и уникальная система, на данный момент не имеющая аналогов в мире. Автоматизированное управление дорожным движением в таких крупных городах, как Токио, Лондон или Вашингтон, осуществляется лишь в пределах одного района или одной магистрали, а не всего города. По мере внедрения «Старт» не только увеличит пропускную способность магистралей, снизит число дорожно-транспортных происшествий, повысит эффективность работы транспорта, но и, сократив задержки движения, благотворно повлияет на состояние воздушного бассейна города. В законченном виде «Старт» на 20—25% сократит задержки транспорта у перекрестков, на 8—10% уменьшит число дорожно-транспортных происшествий, улучшит санитарное состояние городского воздуха, увеличит скорость движения общественного транспорта.

В перспективе на улицах наших городов можно будет увидеть и другие принципиально новые системы регулирования дорожным движением.

Сейчас многие мелкие транспортные аварии происходят в момент смены сигнала светофора, «намерения» которого управляющий автомобилем водитель не знает. «Бегущая волна» не только предоставляет водителю необходимую информацию, но и обеспечивает плавность автомобильного потока. Представьте себе: по резервной полосе магистрали проложена гирлянда разноцветных ламп. По ним как бы двигаются светящиеся линии зеленого и красного цвета. Причем скорость перемещения каждой из них соответствует режиму движения транспорта, и водители видят, какую надо выбрать скорость. Благодаря этому знакомые нам «пачки» автомобилей растянутся по всей длине зеленого сигнала, и вероятность столкновения между соседними автомобилями уменьшится.

Любые вопросы организации дорожного движения необходимо рассматривать не только с точки зрения

обеспечения его безопасности, но и с учетом уменьшения токсичности отработавших газов. Почему, скажем, предельная скорость движения в городе установлена не восемьдесят и не пятьдесят, а шестьдесят километров в час? Именно на эту скорость у легковых автомобилей приходится минимум вредных выбросов. При резком же увеличении или уменьшении скорости движения выброс возрастает более чем вдвое.

Технические и планировочные приемы выравнивания транспортной нагрузки. Прежде всего следует равномерно размещать основные зоны приложения труда и жилые районы, а также места отдыха и центры культурно-бытового обслуживания. Одновременно наиболее загруженные участки транспортной сети можно дублировать новыми линиями.

Городские магистрали составляют примерно 20—30% общей протяженности всех улиц и проездов. На них сосредоточивается до 60—80% всего автомобильного движения, т. е. магистрали в среднем загружены примерно в 10—15 раз больше, чем остальные улицы и проезды. Создание в городе сети магистралей скоростного движения позволяет существенно увеличить скорость движения общественного транспорта и легковых автомобилей, повысить пропускную способность улиц, сократить число дорожно-транспортных происшествий, изолировать жилые районы и общественные центры от концентрированных потоков транспортных средств.

Но магистраль скоростного движения — дорогостоящее сооружение. Строительство ее может быть эффективно только на направлениях, обеспечивающих мощные и устойчивые транспортные потоки с относительно большой в пределах города дальностью поездок, при которой ощутим выигрыш от увеличения скорости движения. Поэтому магистрали строят в основном в крупных городах с полицентрической структурой и растянутой территорией.

Магистрали непрерывного и скоростного движения имеются во многих городах мира. Строительство их предусматривается генеральными планами развития всех крупных городов с целью разгрузки городских центров, исторических улиц с недостаточной пропускной способностью и жилых районов. Хотя магистрали непрерывного и скоростного движения строятся прежде всего в круп-

нейших населенных пунктах, потребность в них может возникнуть и в относительно небольших городах.

При строительстве и реконструкции городов проектировщики с целью ограничения количества автомобилей, въезжающих в городские центры, разрабатывают новые системы регулирования уличного движения, сводящие к минимуму возможность образования транспортных пробок. Это очень важно, так как останавливаясь и снова набирая скорость, автомобиль выбрасывает в воздух в несколько раз больше вредных веществ, чем при равномерном движении. Эффективные профилактические мероприятия — расширение улиц и создание между проезжей частью дорог и жилыми домами фильтров-стен из зеленых насаждений.

Снижению вредного влияния автомобильного транспорта способствует вынос из городской черты грузовых транзитных потоков. Требование это зафиксировано в действующих строительных нормах и правилах, но практически соблюдается редко.

«Город без автомобиля» мыслится как сочетание широких транспортных магистралей, предоставляющих простор для автомобильного движения, с микрорайонами, куда въезд автотранспорта запрещен или предельно ограничен и где люди ходят только пешком. В качестве примера можно привести проект застройки микрорайона Мещерские озера в Нижнем Новгороде. Тридцать тысяч жителей этого жилого массива полностью избавятся от заездов автомобилей. Микрорайон окружают подземные и наземные гаражи, а для транзитного проезда будет сооружена специальная углубленная трасса, над которой перекинутся пешеходные мостики. Это оптимальный градостроительный вариант. Подобные проекты не единичны, их становится все больше.

Эффективным мероприятием по снижению вредного влияния автомобильного транспорта на горожан является организация пешеходных зон с полным запретом въезда транспортных средств на жилые улицы. Менее эффективное, но более реальное мероприятие — введение системы пропусков, дающих право на въезд в пешеходную зону только специальным автомобилям и автомобилям, владельцы которых живут в конкретной зоне жилой застройки. При этом должен быть полностью исключен сквозной проезд автотранспорта через жилой квартал.

Развитие общественного транспорта в городах тре-

бует оптимального использования городских территорий, так как для перевозки одного пассажира в трамвае требуется $0,9 \text{ м}^2$, в автобусе — $1,1$ в легковом автомобиле — свыше 20 м^2 городской территории.

Прогрессивной тенденцией в решении проблемы хранения индивидуального автотранспорта является сооружение многоэтажных гаражей и гаражей-гостиниц. Если при одноярусном способе хранения (в одноэтажных гаражах, боксах, на открытых стоянках) на один автомобиль требуется в среднем $25\text{--}30 \text{ м}^2$ земельного участка, то при хранении в многоярусных гаражах — не более 15 м^2 (вместе с проездами, подъездами, накопительными площадками и защитными зелеными насаждениями). Наиболее приемлем для хранения автомобилей многоярусный гараж-стоянка на $500\text{--}1000$ машиномест. На рисунке 3 приведена схема подземного гаража в разрезе. Над таким гаражом можно устроить газон и посадить деревья.

Нельзя не сказать и о подземных пешеходных переходах. Как известно, автомобили «газуют» в основном у светофоров, работая на холостом ходу. Создание подземных переходов позволит разгрузить многие перекрест-

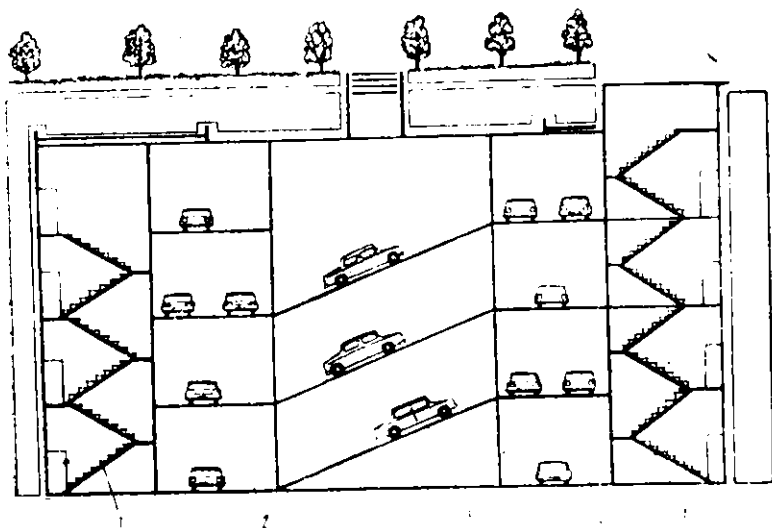


Рис. 3. Разрез подземного гаража:

1—лестничные марши, 2—помещения для автомобилей, 3—марши для проезда автомобилей,

ки, где задерживается автотранспорт. Разветвленная сеть подземных тоннелей для пешеходов под улицами и площадями уменьшает вредное воздействие автотранспорта на городскую среду.

Веломобили. В настоящее время увеличивается внимание к биотранспорту — машинам, которые приводятся в движение мускульной силой человека. Чем это можно объяснить? Современные города страдают от шума и загрязнения воздуха. Многие жалуются на гиподинамию — различные нарушения в организме из-за малоподвижного образа жизни. В ряде случаев виновником является автомобиль. В то же время выигрыш от него невелик: скорость передвижения горожанина составляет около 12 км/ч.

Как превратить шумящие, пылящие и дымящие улицы в настоящие трассы здоровья? Решить эту проблему можно с помощью разных видов биотранспорта — велосипедов, веломобилей и других, может быть, еще не изобретенных средств передвижения. Для жаркого климата предназначен веломобиль конструктора из Ташкента В. Ашкина. Продуваемые сиденья, легкая крыша, защищающая от солнца, высокая маневренность — таковы отличительные черты созданной им модели. Веломобиль, разработанный в Московском автомобильно-дорожном институте, имеет вытянутый корпус и велосипедные колеса. Двигателя у него нет. Под ногами привычные педали. В управлении веломобиль предельно прост, легко разгоняется до 40 км/ч. Перспективные модели будут ездить со скоростью 70 км/ч. К тому же простота самой конструкции: три велосипедных колеса, педали, несложный привод.

Английский изобретатель Синклер разработал конструкцию «карманной» машины — педалемобиля, которая, по его словам, может стать весьма популярной. Педалсмобиль имеет двойной привод: электродвигатель, питающийся от аккумулятора, и велосипедные педали. Кузов состоит из стальной рамы и пластмассового корпуса. Общая масса машины (вместе с аккумулятором) — 69 кг. Основная тяга обеспечивается электроэнергией. Нажимать на педали нужно только при подъеме или при езде по пересеченной местности (о необходимости «помощи» электродвигателю извещает сигнальная лампочка). Скорость педалемобиля — 25 км/ч.

ОХРАНА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Закон об охране атмосферного воздуха всесторонне охватывает важную общечеловеческую проблему, систематизирует выдержавшие проверку временем юридические нормы. До последнего времени потребность людей в атмосферном воздухе удовлетворялась неограниченно и казалось, что состояние атмосферы никогда не изменится. Поэтому не возникало и осознанной необходимости регулировать поведение людей по отношению к природе законодательным путем. Положение изменилось в текущем столетии в региональном, а затем и в глобальном масштабе.

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

Ученые создали научную концепцию гигиенического нормирования допустимых уровней воздействия вредных факторов химической, физической и биологической природы. Разрабатываются регламенты допустимых уровней.

Государственным санитарным законодательством только для атмосферного воздуха были установлены ПДК для 600 химических веществ при изолированном действии и для 33 их комбинаций.

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

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

Санитарно-эпидемиологическая служба должна осуществлять надзор за новым строительством и реконструкцией промышленных объектов, за проектированием и строительством газопылеочистных сооружений на действующих предприятиях, проверку проектных институтов, надзор за изменением технологического профиля предприятий. Органы этой службы вправе запретить эксплуатацию действующих предприятий, цехов, отдельных установок при отсутствии сооружений, очищающих и обеззараживающих выбросы.

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

Закон запрещает внедрение в практику открытий, изобретений, рационализаторских предложений и новых технических систем, а также приобретение за рубежом, ввод в эксплуатацию и использование технологических процессов, оборудования и других объектов, если они не удовлетворяют установленным в СНГ требованиям по охране воздуха.

Очень важны требования Закона об охране атмосферного воздуха в части применения средств защиты растений, минеральных удобрений и других препаратов. Все законодательные меры составляют систему профилактического характера, направленную на предупреждение загрязнения воздушного бассейна.

Закон предусматривает не только контроль за выполнением его требований, но и ответственность за их нарушение. Специальная статья определяет роль общественных организаций и граждан в осуществлении мероприятий по охране воздушной среды, обязывает их активно содействовать государственным органам в этих вопросах, так как только широкое участие общественности позволит реализовать положения закона. В Законе об охране атмосферного воздуха сказано, что госу-

дарство придает большое значение сохранению благоприятного состояния атмосферного воздуха, его восстановлению и улучшению для обеспечения наилучших условий жизни людей — их труда, быта, отдыха и охраны здоровья.

Сейчас огромные средства тратятся на природоохранные мероприятия, а экологическая обстановка во многих регионах все обостряется. Выход один — сконцентрировать средства в особо тревожных районах, дабы в корне изменить ситуацию, а потом браться за другие. Чтобы решить такую задачу, в СНГ создана не имеющая аналогов автоматизированная государственная информационная система (АГИС) «Здоровье». Она способна прогнозировать: каково будет здоровье горожан даже через 15 лет; что получится, если построить на какой-либо территории еще один металлургический или химический комбинат. Вероятно, без учета данных АГИС «Здоровье» генеральное планирование развития отраслей в будущем станет практически невозможным.

На первом этапе своего существования система АГИС «Здоровье» выявляла связь между состоянием здоровья населения и загрязнением окружающей среды. Затем подошли к закономерностям связи организма с окружающей средой, а следовательно, к прогнозированию состояния здоровья. Появилась возможность ответить на вопрос: какие болезни, какую группу населения и в какой срок поразят непременно, если среду обитания и впредь отравлять вредными промышленными выбросами.

Со временем данные АГИС «Здоровье» должны стать юридическим обоснованием для наложения санкций на предприятия. Результаты АГИС «Здоровье» уже применяют на практике,

Санитарно-защитные зоны. Предприятия или их отдельные здания и сооружения, технологические процессы которых являются источником выделения в атмосферный воздух вредных и неприятно пахнущих веществ, отделяют от жилой застройки санитарно-защитными зонами.

Размер этих зон до границы жилой застройки устанавливают: а) для предприятий с технологическими процессами, являющимися источниками загрязнения атмосферного воздуха вредными и неприятно пахнущими веществами, — непосредственно от источников загрязнения атмосферы сосредоточенными (через трубы, шахты) или

рассредоточенными выбросами (через фонари зданий и др.), а также от мест загрузки сырья или открытых складов; б) для тепловых электрических станций, производственных и отопительных котельных — от дымовых труб.

В соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов приняты следующие размеры санитарно-защитных зон для предприятий:

<i>Класс предприятия</i>	<i>Расстояние, м</i>
I	1000
II	500
III	300
IV	100
V	50

Санитарно-защитная зона для предприятий и объектов может быть увеличена при необходимости и надлежащем обосновании не более чем в 3 раза в зависимости от следующих причин: а) эффективности предусмотренных или возможных для осуществления методов очистки выбросов в атмосферу; б) отсутствия способов очистки выбросов; в) размещения жилой застройки при необходимости с подветренной стороны по отношению к предприятию в зоне возможного загрязнения атмосферы; г) розы ветров и других неблагоприятных местных условий (например, частые штили и туманы); д) строительства новых, еще недостаточно изученных вредных в санитарном отношении производств.

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

Величина санитарно-защитных зон для предприятий, зданий и сооружений, в которых осуществляются работы с применением радиоактивных веществ, должна соответствовать санитарным правилам работы с радиоактивными веществами и источниками ионизирующих излучений.

Санитарно-защитная зона может быть уменьшена, если в результате расчета рассеивания в атмосфере вредных веществ, остающихся после очистки выбросов, совершенствования технологических процессов производства и других мероприятий будет установлено, что содержание вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов не превышает ПДК атмосферных загрязнений.

Размер санитарно-защитных зон по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ определяют с учетом суммарного загрязнения наружного воздуха как технологическими и вентиляционными выбросами, так и существующими (фоновыми) загрязнениями. Фоновые загрязнения атмосферного воздуха в районе предполагаемого строительства или реконструкции предприятия устанавливают местные органы санитарно-эпидемиологической и гидрометеорологической служб и предоставляют свои данные проектным организациям для расчета санитарно-защитных зон.

Санитарно-защитная зона или какая-либо ее часть не может рассматриваться как резервная территория предприятия и использоваться для расширения промышленной площадки. Эффективность санитарно-защитных зон усиливается озеленением их территории древесно-кустарниковой и травянистой растительностью, снижающей концентрацию промышленной пыли и газов.

Общая ширина озелененной территории должна составлять не менее 70% санитарно-защитной зоны для предприятий I—III классов (10 % площади таких зон может находиться под застройкой и 20% — под дорогами и проходами). Для предприятий же IV—V классов вся площадь санитарно-защитной зоны должна быть озеленена. Перед жилой застройкой должно быть свободное пространство, покрытое травянистой растительностью и имеющее ширину, равную 5—8-кратной высоте древесно-кустарниковых насаждений.

Такая схема озеленения санитарно-защитных зон рекомендуется для предприятий с вредными выбросами, сильно загрязняющими окружающую среду. Для безвредных производств целесообразны насаждения паркового типа. Создание в санитарно-защитных зонах смешанных лиственно-хвойных посадок повышает эффективность пыле- и газозащитных функций зеленых насаждений в холодное время года. В санитарно-защитных зонах пред-

приятый, интенсивно загрязняющих атмосферный воздух вредными для растительности газами, следует высаживать наиболее газоустойчивые деревья, кустарники и травы с учетом степени агрессивности и концентрации промышленных выбросов. Особо вредны для растительности выбросы предприятий химической промышленности (сернистый и серный ангидрид, сероводород, серная, азотная, фтористая и бромистая кислоты, хлор, фтор, аммиак и др.), черной и цветной металлургии, угольной и теплоэнергетической промышленности.

Территория санитарно-защитной зоны должна быть благоустроена и озеленена по проекту благоустройства, разрабатываемому одновременно с проектом строительства или реконструкции предприятия. При проектировании благоустройства санитарно-защитной зоны необходимо сохранять существующие зеленые насаждения. Со стороны жилой территории надлежит предусматривать полосу древесно-кустарниковых насаждений шириной не менее 50 м, а при ширине санитарно-защитных зон до 100 м — не менее 20 м.

В санитарно-защитных зонах допускается размещать:

- а) предприятия, их отдельные здания и сооружения с производствами меньшего класса вредности, чем производство, для которого установлена санитарно-защитная зона, при условии аналогичного характера вредности;
- б) пожарное депо, бани, прачечные, гаражи, склады (кроме общественных и специализированных продовольственных складов), здания управлений, конструкторских бюро, научно-исследовательские заведения, лаборатории, магазины, предприятия общественного питания, поликлиники, обслуживающие данное и прилегающие предприятия;
- в) помещения для дежурного аварийного персонала и охраны предприятий по установленному списочному составу, стоянки для общественного и индивидуального транспорта, местные и транзитные коммуникации, линии электропередач, нефте- и газопроводы, артезианские скважины для технического водоснабжения, здания для подготовки технической воды, водопроводные и канализационные насосные станции, сооружения водохлаждения и оборотного водоснабжения, подземные резервуары, питомники растений для озеленения предприятий и санитарно-защитной зоны.

На территории санитарно-защитных зон не допускается размещать предприятия, производственные здания

и другие сооружения, если это может привести к увеличению концентраций вредных веществ в зоне жилой застройки выше допустимых и если производственные выделения одного из предприятий оказывают вредное воздействие на здоровье трудящихся или портят материалы, оборудование и готовую продукцию другого предприятия.

Размещение спортивных сооружений, парков, детских учреждений, школ, лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений общего пользования на территории санитарно-защитных зон не допускается.

Инвентаризация и установление допустимых выбросов. Инвентаризация выбросов — это систематизация сведений о распределении источников выбросов на промышленной площадке завода, их количестве и составе. Она осуществляется для учета поступления вредных веществ в атмосферу, разработки планов по их улавливанию и обезвреживанию, определения путей совершенствования технологических процессов, установления предельно допустимых или временно согласованных норм выбросов вредных веществ.

В соответствии с ГОСТом 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями», министерствам и ведомствам предоставляется возможность разрабатывать и планомерно внедрять отраслевые стандарты и другую нормативно-техническую документацию, регламентирующую установление величин выбросов вредных веществ в атмосферу с учетом специфики производств, ситуационных и метеорологических особенностей их размещения.

Основное положение ГОСТа — предельно допустимый выброс (ПДВ) вредных веществ в атмосферу устанавливается для каждого источника загрязнения воздушной среды при условии, что остаточные после эффективной очистки выбросы вредных веществ от данного источника и совокупности источников предприятия и города в целом не создадут приземную концентрацию, превышающую предельно допустимую. При этом должна учитываться перспектива развития промышленных предприятий и закономерности рассеивания примеси в рассматриваемом районе.

Не менее важно положение о поэтапном снижении в отдельных случаях величин выбросов вредных веществ в атмосферу от действующих предприятий до значений,

обеспечивающих соблюдение предельно допустимых концентраций или до полного их прекращения.

Путь поэтапного оздоровления воздушного бассейна приемлем для городов и населенных пунктов, в атмосфере которых концентрации вредных веществ по объективным причинам на данный момент превышают предельно допустимые. При этом на каждом этапе до обеспечения предельно допустимых величин устанавливаются временно согласованные выбросы (ВСВ) вредных веществ в атмосферу на уровне выбросов предприятий с наилучшей современной технологией производства, аналогичных по мощности и технологическим процессам.

Установление ВСВ всегда носит конкретный и локальный характер, учитывающий все составляющие такого расчета — физико-географические и климатические условия, взаиморасположение промышленных и селитебных территорий и т. д.

Материалы по установлению предельно допустимых и временно согласованных выбросов оформляют в соответствии с требованиями ГОСТа и пересматривают не реже одного раза в 5 лет. Их расчетной разработке, в том числе с использованием специальных унифицированных программ на ЭВМ, для каждого предприятия и группы производств предшествует составление масштабных карт-схем города и перечня промышленных объектов, загрязняющих воздушный бассейн, при тщательной паспортизации всех источников выброса.

Специалисты Госкомприроды располагают возможностью детальной проверки эффективности внедренных оздоровительных мероприятий и сопоставления фактически измеренных показателей выброса с установленным ПДВ (ВСВ) по каждому источнику и промышленному району в целом, сравнивая их с принятыми ПДК и уровнем фактического зонального загрязнения атмосферного воздуха.

Практика показывает, что без наличия многофакторного регламента на выброс усилия санитарных органов по охране атмосферного воздуха в жилых районах, где уровни обнаруживаемого промышленного загрязнения атмосферы превышают допустимые нормы, часто малоэффективны.

При рассмотрении проектов перспективных планов промышленного развития городов научно обоснованные нормы допустимых выбросов становятся надежным фак-

тором обеспечения оптимальных решений по санитарной охране воздушного бассейна населенного пункта (концентрация промышленности, размещение промышленных территорий и районов жилищного строительства и др.).

Особое внимание уделяют установлению в соответствии с рекомендациями ГОСТа величин временно согласованных выбросов. При решении этих вопросов необходимо базироваться на незыблемом положении о максимальном предотвращении неблагоприятного воздействия промышленных выбросов на состояние здоровья и условия жизни населения прилегающих селитебных районов.

Утверждение на определенный срок показателей ВСВ допустимо только для жилых районов, где значения суммарного фонового загрязнения атмосферного воздуха соответствуют по этой классификации положению «настораживающее» загрязнение. Однако и в этом случае целесообразны временные защитные мероприятия планировочного характера, позволяющие на весь период действия согласованных выбросов предотвратить их неблагоприятное влияние на население. Кроме того, необходимо создание более протяженных (что определяется расчетом рассеивания) санитарно-защитных зон при наличии свободных территорий. Это позволит обеспечить на границе жилой застройки уровни атмосферных загрязнений, не превышающие предельно допустимые. В условиях сложившейся застройки, когда санитарно-защитная зона не выдерживается, следует установить в генеральном плане города временную зону строго строительного режима, в которой не допускается новое жилищное строительство. Из нее должны быть выведены детские учреждения, а жилые здания, наиболее близко расположенные к источникам загрязнения, следует использовать по другому назначению.

При проектировании новых промышленных предприятий нормы ВСВ практически не устанавливают, так как вредные выбросы не предусматриваются.

Плановое решение задачи перспективного снижения всех видов промышленных выбросов в атмосферу, подтверждаемое материалами объективного лабораторного контроля санитарного состояния атмосферного воздуха, позволит обоснованно поэтапно пересмотреть установленную первоначально величину санитарно-защитной зоны

в сторону её сокращения, что, в свою очередь, приведет к использованию высвобождающейся территории в народном хозяйстве.

Для эффективного осуществления природоохранных мероприятий в районах размещения предприятий и промышленных узлов как при разработке проектной документации, так и в период эксплуатации вновь построенных или реконструируемых производств и промышленных комплексов обязателен контроль за выбросами и состоянием окружающей среды.

ОЧИСТКА ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ

Очистка газа — это отделение от него или превращение в безвредное состояние загрязняющих веществ, выбрасываемых промышленным источником.

Газоочистные и пылеулавливающие установки делятся на технологические и санитарные. Установки технологической очистки газов — это сооружения и аппараты газоочистки и пылеулавливания, включенные в технологический процесс и не имеющие газовых выбросов в атмосферу. Установки санитарной очистки газов — это сооружения и аппараты, применяемые в целях охраны атмосферного воздуха от загрязнения вредными технологическими и вентиляционными выбросами, а также возврата сырья.

В основе многих технологических методов очистки газов лежат процессы взаимодействия их с жидкими или твердыми поглотителями, а также процессы химического превращения ядовитых примесей в нетоксичные соединения при высоких температурах или в присутствии катализаторов. В связи с этим наибольшее распространение при очистке газов получили абсорбционные, адсорбционные и каталитические методы.]

Каталитический метод восстановления окислов азота применяют в нескольких системах получения азотной кислоты при давлении $3,5 \cdot 10^5$ Па. В схемах используют катализаторы на основе палладированной окиси алюминия.

Среди методов очистки промышленных выбросов от сернистого ангидрида следует назвать:

— аммиачные методы, позволяющие одновременно с очисткой газов от SO_2 получать сульфит и бисульфит аммония, которые используются как товарные продукты

либо разлагаются кислотой с образованием высококонцентрированной SO_2 и соответствующей соли;

— методы нейтрализации сернистого ангидрида, позволяющие одновременно получать сульфиты и сульфаты, что обеспечивает высокую степень очистки газов, но получаемые продукты имеют ограниченный спрос в народном хозяйстве;

— каталитические методы, основанные на окислении сернистого ангидрида в присутствии катализаторов с получением разбавленной серной кислоты.

Метод очистки от сернистого ангидрида должен быть выбран с учетом местных условий, наличия поглотителей и потребности в получаемых продуктах.

В зависимости от природы сил, используемых в пылеулавливающих аппаратах для отделения частиц пыли от газового потока, их подразделяют на четыре основные группы: пылеосадительные камеры и циклоны, аппараты мокрой очистки газов, простые фильтры и электрические фильтры.

Из инерционных аппаратов центробежного типа наибольшее распространение получили различные циклоны. При очистке большого количества газов для достижения высокой степени улавливания пыли устанавливают группу циклонов относительно небольшого диаметра — так называемые батарейные циклоны.

Батарейный циклон представляет собой пылеулавливающий аппарат, состоящий из большого числа параллельно установленных циклонных элементов, объединенных в одном корпусе и имеющих общий коллектор для подвода и отвода газов, а также общий бункер для сбора пыли. В отличие от обычных, в батарейных циклонах газовый поток получает вращательное движение, необходимое для выделения пыли, не с помощью подвода его по касательной, а с помощью направляющего аппарата. Размеры такого батарейного циклона значительно меньше, чем обычных циклонов той же производительности. Батарейные циклоны можно устанавливать только в тех случаях, когда улавливаемая пыль обладает достаточной сыпучестью и не смачивается. Иначе элементы циклона забиваются пылью и его работа затрудняется.

Одним из простых и эффективных способов очистки промышленных газов от взвешенных частиц является мокрый способ, получивший в последние годы значительное распространение. Аппараты мокрой очистки газов

отличаются высокой эффективностью улавливания взвешенных частиц и небольшой стоимостью по сравнению с аппаратами сухой очистки. Отдельные виды таких аппаратов, например турбулентные газопромыватели, могут быть использованы для очистки газов от частиц размером до 0,1 мкм. По степени очистки они могут не только успешно конкурировать с такими высокоэффективными пылеуловителями, как рукавные фильтры, но и использоваться в случаях, когда рукавные фильтры невозможно использовать из-за высокой температуры, повышенной влажности или взрывоопасности очищаемых газов.

В аппаратах мокрой очистки газов одновременно со взвешенными частицами улавливаются паро- и газообразные компоненты. К недостаткам мокрой очистки относят необходимость обработки образующихся сточных вод и защиты аппаратов от коррозии при обработке агрессивных сред, а также повышенный брызгоунос. Несмотря на это, мокрые газоочистные аппараты с успехом применяют в химической промышленности и в газоочистных системах для одновременного охлаждения и увлажнения газов.

В соответствии с положением о государственном контроле за работой газоочистных и пылеулавливающих установок в состав Государственной инспекции по контролю за работой газоочистных и пылеулавливающих установок входят: аппарат Государственной инспекции; региональные государственные инспекции в крупных промышленных городах и районах; отделения региональных государственных инспекций в городах с повышенной загрязненностью атмосферного воздуха.

На Государственную инспекцию по контролю за работой газоочистных и пылеулавливающих установок возложены следующие обязанности:

- контроль выполнения предприятиями и организациями, независимо от их ведомственной принадлежности, законодательства, а также инструкций и указаний по вопросам охраны атмосферного воздуха от загрязнения вредными промышленными выбросами;

- проверка соблюдения правил эксплуатации газоочистных и пылеулавливающих установок, а также осуществление контроля за оснащенностью предприятий и организаций газоочистным и пылеулавливающим оборудованием в соответствии с требованиями норм санитар-

ной очистки вредных промышленных выбросов в атмосферу;

- контроль выполнения мероприятий по оснащению газоочистных и пылеулавливающих установок приборами для непрерывного наблюдения за эффективностью их работы;

- разработка с участием заинтересованных министерств и ведомств и издание обязательных для предприятий и организаций правил и указаний по вопросам эксплуатации газоочистных и пылеулавливающих установок;

- участие в приеме вновь вводимых в эксплуатацию газоочистных и пылеулавливающих установок;

- методологическое руководство службами ведомственного контроля за работой газоочистных и пылеулавливающих установок;

- надзор за правильностью технических решений, принимаемых при реконструкции газоочистных и пылеулавливающих установок;

- систематический анализ эксплуатационных и конструктивных недостатков газоочистных и пылеулавливающих установок, обобщение и распространение передового опыта их эксплуатации.

Положением установлено, что на должностных лиц, виновных в нарушении правил эксплуатации газоочистных и пылеулавливающих установок, налагается штраф в административном порядке, если эти нарушения не влекут ответственности по действующему законодательству.

Главный государственный инспектор по контролю за работой газоочистных и пылеулавливающих установок и государственные инспектора промышленных районов и городов при неисполнении предписаний и требований об устранении недостатков в работе, а также правил эксплуатации установок имеют право приостанавливать работу соответствующего технологического оборудования впредь до устранения обнаруженных нарушений, о чем сообщают руководителям министерств и ведомств, которым подчинены предприятия и организации. Кроме того, должностные лица инспекции имеют право ставить перед органами прокуратуры вопрос о привлечении к уголовной ответственности лиц, виновных в загрязнении атмосферного воздуха вредными промышленными выбросами.

БЕЗОТХОДНЫЕ И МАЛООТХОДНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА

В целях совершенствования технологического процесса устанавливается оборудование и транспортные средства, улучшается качество сырья и топлива, внедряются высокоэффективные установки для очистки промышленных и других выбросов. Однако при всем могучем арсенале современной газоочистительной техники радикальным решением все-таки остается создание технологических процессов, основанных на комплексном использовании сырья и вообще не дающих отходов, способных загрязнять природную среду.

Возможность стабилизации и улучшения качества окружающей среды за счет более рационального использования всего комплекса природных ресурсов в условиях социально-экономического развития связана с созданием безотходного производства. Ресурсосбережение является решающим источником удовлетворения растущих потребностей народного хозяйства. Важно добиться, чтобы прирост потребностей в топливе, энергии, сырье и материалах на 75—80% удовлетворялся за счет их экономии. Большое значение имеет комплексное использование природных и материальных ресурсов, максимально устраняющее потери и нерациональные расходы. Важно широко вовлекать в хозяйственный оборот вторичные ресурсы, а также попутные продукты.

Под безотходной технологией понимают такой принцип организации производства, при котором цикл «первичные сырьевые ресурсы — производство — потребление — вторичные сырьевые ресурсы» построен с рациональным использованием всех компонентов сырья, всех видов энергии и без нарушения экологического равновесия. Безотходное производство может быть создано в рамках комбината, отрасли, региона, а в конечном счете — всего народного хозяйства.

Примером естественного «безотходного производства» являются некоторые природные экосистемы — устойчивые совокупности совместно обитающих организмов и условий их существования, тесно связанных друг с другом. В этих системах осуществляется полный круговорот веществ. Конечно, экосистемы не вечны и развиваются во времени, но они обычно настолько устойчивы, что способны преодолевать даже некоторые изменения внешних условий.

Безотходное производство может мыслиться лишь теоретически, поскольку законы природы не позволяют полностью превращать энергию в работу. Да и потери вещества не могут быть нулевыми. Довести их до нуля, пусть даже ценой огромных затрат, невозможно уже потому, что системы улавливания после какого-то предела сами начнут «производить» новые отходы в большем количестве, чем те, для которых они созданы.

Тем не менее понятие о безотходном производстве позволяет сформулировать требования к новым технологиям и аппаратам. В определении безотходного производства учитывается стадия потребления, что накладывает ограничения на свойства производимых продуктов потребления — надежность, долговечность, возможность возвращения на переработку или превращения в экологически безвредную форму.

Важнейшей составной частью концепции безотходного производства являются также понятия нормального функционирования окружающей среды и ущерба, наносимого ей отрицательным антропогенным воздействием. Концепция безотходного производства подчеркивает, что производство, неизбежно воздействуя на окружающую среду, не нарушает ее нормального функционирования.

Создание безотходного производства представляет собой длительный и постепенный процесс, требующий решения ряда взаимосвязанных технологических, экономических, организационных, психологических и других задач. В основу создания безотходного промышленного производства на практике должны закладываться, в первую очередь, принципиально новые технологические процессы и оборудование.

Безотходное производство требует также создания рециркуляции газовых потоков. Примером такой организации технологических процессов является система использования аспирационного воздуха после очистки на рукавных фильтрах в корпусах обогажительных фабрик асбестовых комбинатов. Подобная система позволяет не только очищать воздух до требуемых нормативов, но и получать дополнительную продукцию и поддерживать требуемую температуру внутри корпусов в зимний период без дополнительных затрат тепла.

Безотходное производство предполагает кооперирование производств с большим количеством отходов (про-

изводство фосфорных удобрений, тепловые электростанции, металлургические, горнодобывающие и обогащительные производства) с производством, потребляющим эти отходы, например, с предприятиями строительных материалов. В этом случае отходы в полной мере отвечают определению Д. И. Менделеева, назвавшего их «пренебрегаемыми» продуктами химических превращений, которые со временем становятся исходной точкой нового производства».

Наиболее благоприятные возможности для комбинирования и кооперирования различных производств складываются в условиях территориально-производственных комплексов.

Машиностроительной фирмой «Хитачи Зоссен» на заводе цветной металлургии близ города Осака была пущена в эксплуатацию первая в Японии установка по получению серной кислоты из отходящего сернистого газа такой низкой концентрации, перерабатывать который традиционными способами невозможно. Установка эта изготовлена японской фирмой в соответствии с приобретенной ею российской лицензией на производство принципиально новых промышленных аппаратов, действующих в соответствии с так называемым «нестационарным» каталитическим процессом.

Производя полезный продукт, установка эта одновременно выполняет и природозащитную роль, так как очищает промышленные выбросы завода от вредного их содержимого. На изготовление требуется в несколько раз меньше металла, чем на традиционную. Она автономна, то есть не только не требует обычных затрат тепла на поддержание химической реакции, но и сама вырабатывает высокотемпературное тепло, пригодное для отопления или для технологических целей.

Время выдвинуло на первый план экологическую значимость этой технологии. Сегодня она как никакой другой метод с самыми минимальными капитальными вложениями и затратами энергии в состоянии обезвредить многие газообразные промышленные выбросы (кроме сернистого газа) от различных органических веществ, окислов азота, угарного газа. При всей напряженности экологической обстановки на территории стран Содружества действует около полутора десятков промышленных установок нетрадиционного катализа по обезвреживанию воздушных выбросов.

К сожалению, предприятиям во много раз меньше обходится штраф за загрязнение атмосферы, нежели монтаж дешевой обезвреживающей установки. Нужный результат может дать только введение высокой оплаты вредных выбросов предприятиями. Тогда коллективу станет ясно, что установку, сберегающую миллионы рублей, необходимо как можно быстрее смонтировать.

В качестве примера можно привести Орско-Халиловский металлургический комбинат, где был введен новый прямоточный сталеплавильный агрегат, построенный на месте самой старой мартеновской печи. Это новшество значительно улучшило экологическую обстановку прилегающего района. Впервые на комбинате была осуществлена разработка новой двухванной сталеплавильной печи. Суть этой разработки в том, что для интенсивного нагрева металлолома и его проплава использовали подвижные газокислородные горелки. Технология позволила снизить расход чугуна на 100 кг/т выплавляемой стали. Такое техническое решение позволило сократить выбросы вредных примесей в атмосферу.

Среди огромного разнообразия существующих сегодня строительных материалов цемент по-прежнему занимает главенствующее место. В то же время технология получения цемента в промышленном масштабе до последнего времени осталась практически неизменной, так как цементная промышленность до сих пор работает на научных концепциях XIX века. Основными недостатками построенных на этих концепциях технологий являются высокие теплотраты. Сегодня в цементной промышленности расходуется свыше 200 кг топлива на каждую тонну продукта.

Выход из этого энергетического расточительства нашли наши ученые, создавшие концепцию получения цемента на новой минералогической основе. Этот цемент, названный алининовым, вырабатывается со значительной экономией топлива, так как радикально снижена температура обжига клинкера — полупродукта цемента.

Принципиально новые возможности появились и в области создания оборудования для получения алининового цемента. На смену громоздким вращающимся печам приходят компактные конвейерные технологии, позволяющие резко снизить трудозатраты при производстве цемента. Все это заметно уменьшит выбросы в атмосферу.

Первые сотни тысяч тонн алинитового цемента, выпущенного в Ахангаране (Узбекистан), показали прекрасные свойства нового материала в монолитном домостроении и гидротехническом строительстве. Весьма перспективен он для сооружения оснований дорог, для бетонирования в зимних условиях без каких-либо противоморозных добавок. Особенно же эффективен новый материал для нефтяников и газовиков. В Тюменской области с его помощью зацементировано более 500 скважин. Тампонажный вариант вяжущего показал соответствие его самым высоким мировым стандартам.

Интересен опыт малоотходного производства на целлюлозном комбинате «Пасков» в ЧСФР. Здесь одновременно создают экологически чистое производство и пускают в дело то, что обычно безвозвратно пропадает на подобных предприятиях. Первое, что решили использовать на комбинате, — это тепло. Целлюлозу готовят при высокой температуре в специальных варочных котлах. На всех подсобных предприятиях ЧСФР тепло после этой технологической операции пропадало. В «Паскове» с помощью специальных теплообменников его отвели на некоторое расстояние к теплицам. В них выращивают овощи, которые покупают работники комбината. Они дешевле, чем в городе, потому что выращиваются практически на дармовом тепле. Каждый год здесь производится более 2 тыс. т овощей.

Овощи — лишь часть продукции, которую получают благодаря утилизации отходов. В древесине содержится немало сахаров. На ранее построенных предприятиях они уходили вместе с промышленными стоками. В «Паскове» разработали специальную технологию по использованию сахаров. Из них стали производить кормовые дрожжи, являющиеся неотъемлемым компонентом комбикормов. Кормовые дрожжи пользуются большим спросом не только у земледельцев ЧСФР, но и за рубежом. Комбинат производит 25 тыс. т дрожжей и зарабатывает на этом 200 млн крон в год. Производственные процессы автоматизированы.

Таким образом, надо вести не борьбу с индустрией, породившей экологические проблемы, а обеспечивать нормальные условия жизни и работы людей, широко внедрять современные безотходные технологии, на время останавливать особо вредные производства для их мо-

дернизации. Все это выполнимо при настоящей самостоятельности предприятий с соответствующим научно-техническим обеспечением.

МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Закон об охране атмосферного воздуха создает необходимые условия для повышения эффективности системы наблюдения за его состоянием. Он является составным элементом Общегосударственной службы наблюдения и контроля за уровнем загрязнения природных сред. Контролируют загрязнение атмосферы с помощью стационарных и передвижных станций. Внутри них компактно размещена сложная аппаратура, предназначенная для измерений количества загрязняющих веществ.

Основная программа контроля качества воздуха включает четыре вида загрязнения: пыль, двуокись серы, окислы азота и окись углерода, т. е. вещества, которые присутствуют в воздухе, а также ряд специфических веществ (в случае необходимости).

Контроль за состоянием окружающей среды сегодня ведется во всех крупных городах стационарными постами общегосударственной службы наблюдения и контроля. Экологическое состояние в городе определяется в основном по состоянию атмосферы — комплексному индексу загрязнения, который учитывает, кроме всего прочего, тенденцию роста уровня загазованности воздуха и количество вредных веществ в атмосфере.

К разряду наиболее экологически неблагополучных относятся города, в которых индекс загрязнения атмосферы составляет как минимум 15 единиц. Они относятся к местам повышенной опасности проживания. В этих городах должны в полной мере выполняться природоохранные мероприятия на экологически вредных предприятиях. Если надо, то принимают и жесткие меры — административные и экономические, вплоть до остановки отдельных производств и предприятий.

В крупных городах и промышленных центрах регулярно составляются прогнозы возможных уровней загрязнения воздуха, в соответствии с которыми предприятия временно снижают выбросы в атмосферу при наступлении неблагоприятных метеоусловий. Расчеты фоновых концентраций вредных веществ в атмосфере, необходимые для установления предельно допустимых выбросов, выполнены примерно в 4/5 контролируемых городов.

Важная роль при изучении и контроле загрязнения атмосферы и почв принадлежит исследованиям химического состава атмосферных осадков и закономерностей временных и пространственных изменений состава веществ, выпадающих на почву, а также оценке их количества. Сбор атмосферных осадков выполняется на 70 станциях, расположенных в различных природных зонах с учетом влияния промышленных центров. В соответствии с рекомендациями Всемирной метеорологической организации, в пробах определяются ионы

SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , HCO_3^- , а также ионы хлора, магния, натрия, калия, кальция и тяжелые металлы. Измеряются концентрация ионов водорода (величина pH) и удельная электропроводность, по величине которой можно судить о суммарном количестве минеральных веществ в пробе.

В последние годы получили развитие новые направления. Так, в соответствии с Женевской конвенцией о трансграничном загрязнении воздуха, на 8 станциях, расположенных в западной части России, ведутся регулярные наблюдения за переносом сернистого газа, окислов азота и аэрозолей через государственную границу на большие расстояния. Наблюдения на фоновом уровне осуществляются на 9 станциях, в зонах, удаленных от источников загрязнения. Их результаты характеризуют глобальное состояние загрязнения окружающей природной среды.

Действует также снегомерная сеть контроля выпадений загрязняющих веществ из атмосферы. Использование снежного покрова как планшета-накопителя выпадающих примесей уже позволяет получить представление о пространственном распределении сульфатов и кислотности (pH) для большей части территории с устойчивым снежным покровом (19 млн км²). Информация снегомерной сети используется также при оценке трансграничного переноса и для характеристики фоновых концентраций сульфатов в атмосфере. Для этого вида контроля привлечены снегомерные съемки, выполняемые для определения влагозапаса по стандартной программе на 900 метеостанциях. Снегомерная сеть дает также информацию о выпадениях тяжелых металлов и нитратов.

В последнее время население многих городов стало получать подробную информацию о загрязнении атмосферного воздуха, печатается даже специальный бюллетень в местных газетах с изложением лабораторных данных. Приведенные за последнее время показатели весьма тревожны: средняя концентрация пыли превышала санитарные нормы в два-три раза. В отдельные дни в центральной части городов увеличивается состав токсичных примесей в выхлопных газах, в связи с чем предприятиям и службам, ответственным за эти отклонения, направляются претензии со стороны ГАИ и инспекции по охране атмосферы. В настоящее время во многих городах органы массовой информации публикуют данные о загрязнении атмосферного воздуха.

В СНГ разработаны высокоэффективные дистанционные и автоматические средства контроля качества атмосферного воздуха. В Центральной аэрологической обсерватории разрабатываются автоматические приборы, в основу работы которых положены спектроскопические методы. Подобные технические средства позволяют дистанционно контролировать загрязненные участки атмосферы. Исследуемую область прошивают лучом. По снижению интенсивности возвратившегося из разведки потока света судят о чистоте воздуха. Преимущества этих способов контроля перед обычным взятием проб воздуха неоспоримы. Результат получается практически мгновенно и с больших площадей, да и сам контроль можно вести непрерывно.

Оптический измеритель мощности выбросов диоксида азота в атмосферу многочисленными ТЭЦ и предприятиями химической промышленности внешне напоминает фиксатор скорости, широко используемый работниками госавтоинспекции. Стоит только навести объектив на интересующий участок, как на экране появляются цифры, показывающие степень загрязненности.

Столь же оперативно служит лазерный газоанализатор, чувствительный к наличию в окружающей среде оксида углерода, основным «поставщиком» которого является автотранспорт. Этот автомат дает секундные сведения и в то же время ведет непрерывный контроль за процессом накопления угарного газа. В недалеком будущем такие анализаторы будут следить за состоянием атмосферы наиболее загруженных транспортных магистралей, а потоки машин будут регулироваться не толь-

ко с учетом пропускной способности дороги, но и предельно допустимого уровня угарного газа в окружающей среде.

Уникальное полицейское подразделение действует в Австрии. Оно занято не поимкой уголовников или охраной общественного порядка, а борьбой с преступлениями особого рода — ущербом, наносимым окружающей среде. Хотя по численности «экологическая полиция» невелика — в ее рядах всего 50 человек, да и создана она лишь в 1990 г., — но уже успела завоевать большой авторитет.

Блуждители бережного отношения к природе патрулируют улицы, парки, места отдыха. Их можно увидеть и на предприятиях. Полученные на специальных курсах знания помогают полицейским квалифицированно определять состав преступления и пресекать нарушения законодательства в области экологии. По последнему слову техники оснащены их патрульные машины, специально приспособленные для выполнения столь необычных функций. С помощью совершенных приборов и инструментов наряд, состоящий из двух полицейских, может быстро провести необходимые исследования почвы, воды, воздуха и определить виновного в нанесении ущерба природе. За короткий период «экологическая полиция» провела 840 расследований и в 345 случаях дело было передано в прокуратуру.

Глава 3. КЛИМАТ И ЧЕЛОВЕК

Под климатом принято понимать многолетний режим погоды, присущий данной местности в соответствии с ее географическими условиями. Погодой называется ход процессов в атмосфере в данное время. Ее характеризуют различные метеорологические элементы: солнечная радиация (продолжительность солнечного сияния), температура воздуха и поверхности почвы, влажность воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра, облачность, осадки, снежный покров, горизонтальная видимость и другие атмосферные явления. Многолетний режим погоды, называемый климатом, характеризуется осредненными климатическими показателями.

Из многочисленных классификаций климатов, созданных классической климатологией, наибольшее значение имели классификации В. П. Кеппена и Л. С. Берга. В

основу классификации Л. С. Берга положен принцип географической зональности.

Существует также генетическая классификация климатов Б. П. Алисова, в основу которой положены географические типы воздушных масс и их циркуляции. Разделение Земли на климатические пояса связано с условиями формирования климатов, которые определяются циркуляцией воздушных масс. В каждом полушарии выделяются четыре основных климатических пояса, в которых под влиянием суши и моря формируются континентальные и морские подтипы воздушных масс и климатов. Б. П. Алисов выделяет жаркие климаты (экваториальный, тропический, субэкваториальный), субтропические (средиземноморской, климат сухих субтропиков, влажных субтропиков), умеренные (в северном полушарии — морской, или западноевропейский; материковый, или тайги; аридный степной; пустынный умеренный; муссонный умеренных широт), холодные и климаты вечного снега.

Климат — свойство тропосферы, которая входит в географическую оболочку (биосферу). Естественно поэтому, что он изменяется вместе со всей природой поверхности Земли и зависит от всех остальных компонентов географической оболочки. В то же время климатические свойства атмосферы теснейшим образом связаны с деятельностью Солнца.

КЛИМАТООБРАЗУЮЩИЕ ФАКТОРЫ

К климатообразующим факторам относятся географическая широта и долгота, состояние циркуляции атмосферы, рельеф, местности и характер подстилающей поверхности. На климат оказывает определенное влияние деятельность человека. Характер погоды связан с астрономическими условиями — продолжительностью дня и ночи, сменой сезонов года.

Солнечная радиация. Вся совокупность энергии Солнца и материи, поступающей на Землю, называется солнечной радиацией. Солнечная радиация — практически единственный источник теплоты для географической оболочки Земли. От нее зависит и световой режим нашей планеты. Количество солнечной энергии, поступающей на единицу площади, определяется углом, точнее синусом

сом угла падения лучей, зависящим от высоты Солнца над горизонтом, и продолжительностью дня. Количество лучистой энергии, приходящейся на единицу земной поверхности, зависит от угла падения лучей: оно пропорционально синусу угла падения лучей или косинусу широты места. Суммарная радиация, достигшая земной поверхности, частично отражается в атмосферу, частично поглощается почвой и водоемами, а на океанах и морях расходуется на испарение. Соотношение усвоенной и отраженной энергии Солнца зависит от характера суши и от угла падения лучей на водную поверхность.

Сложный и противоречивый процесс прихода и расхода солнечной энергии земной поверхностью выражается радиационным бюджетом. Для всей Земли, кроме ледовых зон, баланс теплоты положительный.

Радиационная теплота распределена по земному шару зонально-регионально. Отчетливо выступают экваториальный, тропические, умеренные и полярные пояса. Каждый из них распадается на регионы, в первую очередь, материковые и океанические, а последние — на более дробные над той и другой поверхностью. На океанах прослеживается влияние холодных течений, на материках — горных стран.

Тепловая энергия, получаемая земной поверхностью, преобразуется и перераспределяется атмосферой и гидросферой. Расходуется же теплота главным образом над океанами на испарение воды.

Барическое поле и циркуляция атмосферы. Движение молекул воздуха и его собственная масса создают атмосферное давление. При спокойном состоянии воздуха величина его на единицу площади соответствует массе находящегося над ней воздушного столба. Уменьшение массы воздуха в этом столбе приводит к падению давления, а увеличение — к его росту. Давление атмосферы на земную поверхность и его распределение в пространстве и во времени называется *барическим полем*. Оно непрерывно изменяется.

Есть области преобладания высокого давления и области господства низкого. Подвижные барические минимумы называются циклонами, высокого давления — антициклонами. Разность атмосферного давления между двумя областями вызывает горизонтальное перемещение воздушных масс — ветер. Размер атмосферного давления показывает направления вертикальных движений

воздуха — восходящих (циклональный тип) или нисходящих (антициклональный), а они или создают условия для конденсации влаги и выпадения осадков, или исключают эти процессы.

В восходящих токах воздух адиабатически охлаждается и водяной пар конденсируется, образуя облака, из которых выпадают осадки. В нисходящих воздушных массах происходит нагревание воздуха и понижение его влажности, с чем связана безоблачная, ясная и сухая погода.

Циркуляция атмосферы и неоднородность барического поля Земли вызывается неоднородностью термического ее поля, тепловым различием экваториальных и полярных широт и вращением планеты.

Радиальные и циркуляционные процессы расчленяют атмосферу на отдельные воздушные массы. Пограничные слои, разделяющие воздушные массы, называются атмосферными фронтами. Распределение атмосферного давления восходящих и нисходящих токов воздуха, горизонтальное перемещение воздушных масс определяет влажность климата, и служит одной из основных причин дифференциации природы Земли.

Атмосферная циркуляция реагирует на распределение суши и моря, на рельеф материков, особенно на горные сооружения. Воздушные массы в зависимости от их мощности и высоты гор обтекают горные массивы или перестраиваются через них. На подветренных склонах образуются области затишья или происходит резкое возрастание скорости падающих по склону воздушных масс.

Климат и океан. Океан, поглощая тепло, абсорбируя избыточный диоксид углерода и перенося огромные массы воды на большие расстояния, является глобальным регулятором климата на планете. Установлено, что океанические течения перераспределяют половину солнечной энергии, получаемой Землей. Поэтому при прогнозировании изменений климата на планете необходимо знать характер происходящих в океане процессов. Изучение океана — одна из важнейших задач, стоящих перед человечеством.

Внутри географической оболочки происходит горизонтальное перераспределение тепла воздушными массами в явном и скрытом виде (перешедшего в скрытую форму при испарении и выделяющегося при конденсации) и океаническими течениями. Этот перенос имеет сложное

пространственное распределение соответственно траекториям воздушных и водных потоков. Однако результирующий перенос направлен из низких широт в высокие и с океанов на материки.

Горизонтальное перераспределение тепла атмосферной циркуляцией автоматически учитывается в уравнении теплового баланса земной поверхности через величину длинноволнового излучения атмосферы, входящую в уравнение радиационного баланса, и турбулентного теплового потока. Картина перераспределения тепла океаническими течениями довольно сложна. Но в среднем океанические течения переносят тепло из экваториальных и тропических широт, где водная поверхность поглощает энергию атмосферы, в более высокие широты, где происходит передача энергии атмосфере.

Существенное значение для теплового режима имеет теплообмен между материками и океанами. Наблюдаются большие различия в характере поглощения и распространения теплоты в глубину на почвогрунтах и воде. Океан и вообще водоемы слабо нагреваются с поверхности летом. Теплота перераспределяется в них на глубину нескольких сотен метров.

Суша обладает малой теплопроводностью, поэтому нагревается в основном в слое от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров. Так как в почвогрунтах за теплый период накапливается мало тепловой энергии (около $0,1 \cdot 10^9$ Дж/м²), в холодное время года, когда поступление солнечной радиации существенно снижается, поверхность суши быстро охлаждается. Океан за теплый сезон накапливает от $1,3 \cdot 10^9$ до $2,5 \cdot 10^9$ Дж/м². Это большая величина, если учесть, что она составляет в среднем более половины годового радиационного бюджета. Благодаря большому запасу тепловой энергии, океан зимой охлаждается медленнее, чем суша. Различия в нагревании суши и океана летом и зимой обуславливают характер обмена теплотой между ними: зимой океан отдает часть теплоты суше, летом — суша океану.

Происходит перераспределение тепловой энергии и между широтами. Воздушные массы и океанические течения в среднем переносят теплоту из низких широт в высокие, поэтому в низких широтах радиация, поглощенная земной поверхностью и атмосферой (т. е. системой Земля — атмосфера), превышает длинноволновое излу-

чение, уходящее в космическое пространство, а в средних и высоких — наоборот.

Стратосферный аэрозоль и климат. Важной причиной изменения климата Земли является стратосферный аэрозольный слой. Он находится на высоте от 20 до 52 км и состоит в основном из капелек серной кислоты со средним размером 0,3 мк. Встречаются в этом слое также частички солей, металлов и многих других веществ. Частицы этого слоя отражают солнечное излучение в космос, что приводит к понижению температуры Земли.

Несмотря на то, что частиц в стратосфере примерно в 100 раз меньше, чем в нижнем слое атмосферы — тропосфере, они оказывают более заметный климатический эффект. Это связано с тем, что стратосферный аэрозоль в основном понижает температуру воздуха, тогда как тропосферный может и понижать, и повышать ее. Необходимо отметить также, что каждая частица в стратосфере существует 1—2 года, тогда как время жизни частиц в тропосфере не больше 10 суток — они быстро вымываются дождями и выпадают на землю.

Полеты сверхзвуковых самолетов и космических кораблей многоразового пользования, как выяснилось, не могут вызвать существенного изменения стратосферного аэрозольного слоя и климата Земли. Основным источником стратосферного аэрозольного слоя являются вулканические извержения. В качестве примера можно привести последствия взрывного извержения вулкана Кракатау, начавшегося 28 августа 1883 г. Миллиарды тонн пепла и газа поднялись тогда на высоту 50—60 км и в течение нескольких месяцев распространились в верхних слоях атмосферы по всему земному шару. Длительное время на всей Земле наблюдались аномальные атмосферные световые явления, уменьшилась прозрачность атмосферы. Изменения температуры воздуха по всем станциям показали тогда, что она быстро понизилась в среднем на 0,4—0,5°C.

Извержение вулкана Кракатау произошло в то время, когда уже велись регулярные наблюдения за температурой и прозрачностью воздуха. Однако значительное уменьшение прозрачности и температуры воздуха после взрывных вулканических извержений наблюдалось и ранее. Первым, кто отметил связь между вулканическими извержениями, помутнением атмосферы и ее похолоданием, был американский ученый Б. Франклин.

Он связал помутнение атмосферы в 1783 г. и аномально холодную зиму 1783—1784 гг. с мощными извержениями вулканов в 1783 г. Известно также, что сильнейшее влияние на погоду во многих местах мира оказало извержение вулкана Тамбора (остров Суматра), происшедшее в 1815 г. В 1816 г. лето в Англии было аномально холодным, а во многих местах Европы сильные заморозки в июне и июле погубили урожай, что привело к голоду.

В XX в. влияние вулканических извержений на климат Земли стало установленным фактором. В начале века французские ученые П. Сарасин и Ф. Сарасин, американец В. Гэмфрис и русский ученый Е. Е. Федоров предположили, что изменение климата происходит из-за вулканической пыли, которая выбрасывается вулканом на высоту более 10 км и отражает часть солнечной энергии в космическое пространство. Основной климатический эффект создается не теплом, частицы которого быстро оседают на землю из-за сравнительно больших размеров, а капельками серной кислоты, образующимися из сернистого газа при фотохимических реакциях в стратосфере. Стратосферный аэрозольный слой, невозмущенный вулканическими извержениями, называется фоновым. Он частично образуется из сернистого газа природного и антропогенного происхождения, однако этот источник довольно слаб, так как сернистый газ в тропосфере быстро разрушается, и его проникновение в стратосферу сильно затруднено.

В середине 70-х годов был обнаружен новый источник стратосферного сернокислотного аэрозоля — газ карбонилсульфид, возникающий при добыче и использовании топлива. Этот газ устойчив и легко проникает в стратосферу, где превращается в капельки серной кислоты. Отсюда следует, что по мере роста добычи и использования топлива стратосфера все больше загрязняется сернокислым аэрозолем, и его влияние на климат Земли усиливается.

Концентрация, частиц в фоновом стратосферном аэрозольном слое в десятки и сотни раз меньше концентрации частиц в этом слое после мощного вулканического извержения. К примеру, даже среднее по силе извержение вулкана Сент-Хеленс (США), начавшееся 18 мая 1980 г., привело к удвоению концентрации частиц стратосферного аэрозоля. Однако постоян-

но существующий фоновый слой приводит к изменению климата Земли, в то время как последствия крупного единичного вулканического извержения по прошествии нескольких лет практически исчезают. В этом основное различие этих факторов изменения климата.

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

Сегодня основной источник энергии для человечества — так называемые «ископаемые виды топлива»: уголь, нефть, газ. Сжигание их приводит к тому, что ежегодно в атмосферу поступает около 20 млрд т углекислого газа. В результате в последние десятилетия содержание его в атмосфере стало заметно увеличиваться и на 15—20% превысило уровень 40-х годов. Хотя углекислый газ представляет собой малую примесь к другим компонентам атмосферы, он существенно влияет на тепловой баланс Земли, сильно поглощая ее инфракрасное излучение. Углекислый газ играет ту же роль, что и стеклянная крыша парника, прозрачная для солнечных лучей, но плохо пропускающая тепловое излучение из находящегося под ней пространства. Отсюда — повышение температуры под крышей.

Проблема глобального парникового эффекта в последние годы стала предметом пристального внимания ученых. Составление точного прогноза на будущее оказалось трудной задачей, имеющей довольно большой элемент неопределенности из-за недостаточного знания многих процессов в атмосфере, почве и океане. Неудивительно, что предсказания, сделанные разными группами ученых, довольно сильно различаются между собой. Оптимистический прогноз обещает, что при удвоении количества углекислого газа температура вырастет лишь на один градус, пессимистический — на пять. Наиболее вероятной считается средняя величина — два с половиной — три градуса.

Насколько же быстро будет происходить накопление углекислого газа? Если бы оно шло нынешними темпами, то через 50 лет концентрация углекислого газа увеличилась бы на 15—20% против нынешнего уровня. Но так как потребление ископаемого топлива растет, более вероятным кажется достижение к скорым годам следующего века концентраций, превышающих современные на 25% и более.

В рамках наиболее вероятного прогноза этому соответствовало бы повышение температуры примерно на один градус, что уже очень неприятно, так как даже такое повышение приведет к значительному изменению атмосферной циркуляции и условий увлажнения почвы. Следствием этого станет сильное смещение зон, оптимальных для земледелия и других видов хозяйственной деятельности. Эти изменения могут затронуть жизненные интересы миллиардов людей, вызвать массовые миграции населения (в том числе и с пересечением национальных границ), переселение в зоны без сложившейся инфраструктуры и в конечном итоге к тяжелым социальным потрясениям. Это означало бы, в частности, прекращение производства зерна на десятках миллионов гектаров в зонах традиционного земледелия. Особенно неприятно то, что все эти изменения происходят очень быстро в историческом масштабе времени и к ним трудно приспособиться.

По мнению французского исследователя Жака Ива Кусто, Антарктика — не только континент. Этот регион включает в себя сам материк, омываемый антарктическими водами, два-три километра льда на материке и атмосферу над ним. Все эти компоненты — вода, земля, лед и воздух — играют решающую роль в сохранении жизни человека на планете. Выбросы промышленных предприятий нагревают атмосферу, а ледники в какой-то мере нейтрализуют это тепло. Антарктика уменьшает содержание углекислого газа в атмосфере. В ее водах обитает огромное количество фитопланктона, который поглощает двуокись углерода. Кроме того она сохраняет холод в виде колоссальных ледяных образований, препятствуя потеплению климата в результате «парникового эффекта». Лед содержит 90% всей пресной воды Земли. Если повредить этот хрупкий механизм, то невозможно будет поручиться за последствия. Это поставит под сомнение само существование человечества.

По данным ученых США, засуха 1988 г. также связана с парниковым эффектом. Засуха охватила широкую полосу территории США от штата Огайо до Монтаны; в Канаде она поразила провинции Альберта, Манитоба и Саскачеван, служащие важнейшими поставщиками зерна на экспорт. Министерство сельского хозяйства США официально объявило районами за-

сухи почти половину всех округов страны. По состоянию на 1 июля 1988 г. в США было потеряно не менее 1/5 всего урожая кукурузы. Под угрозой находились большие площади посевов пшеницы, ячменя, овса и бобовых культур. Начался падеж скота, оставшегося без кормов. На Миссисипи застряло около 1800 барж, не имевших возможности двигаться по низкой воде. Общие убытки превысили многие сотни миллионов долларов.

Глобальное потепление, связанное с парниковым эффектом, способствует раннему таянию снега, в результате чего возрастает поглощение почвой солнечной энергии, которая испаряет в ней влагу, содействуя засухе. Кроме того, теплые, насыщенные влагой воздушные массы сдвигаются к северу, в результате чего выпадает меньше дождей.

Изменение климата Земли под влиянием парникового эффекта грозит обернуться свирепыми ураганами, утверждают американские ученые, анализировавшие обстоятельства возникновения разрушительного урагана «Хьюго» в 1989 г., который обрушился на острова Карибского бассейна и Атлантическое побережье США, унес около 50 жизней и причинил колоссальный материальный ущерб.

Одно из наиболее широко обсуждаемых и вызывающих страх последствий «парникового эффекта» — это прогнозируемое повышение уровня моря в результате возрастания температуры. Большинство ученых считают, что этот подъем будет постепенным и создаст проблемы в основном в странах с большой численностью населения, живущего на уровне или ниже уровня моря, в таких, например, как Нидерланды и Бангладеш.

Что же касается географических районов, то «парниковый эффект» может оказать наибольшее влияние в высоких широтах Северного полушария. Снег и лед отражают солнечный свет в космическое пространство, не позволяя температуре повышаться. Но с потеплением планеты плавающий арктический лед начнет таять, в результате чего для отражения останется меньше площадей.

Многие компании начинают тревожиться по поводу опасностей, создаваемых гигантскими плоскими массами льда, занимающими большую часть Ледови-

того океана, и айсбергами, плывущими от берегов Ньюфаундленда и Новой Шотландии. Айсберги создадут угрозу для судов и плавучих буровых установок.

Что же необходимо сделать для предотвращения столь серьезных опасностей? Ответом может быть только широкий комплекс мер, охватывающих промышленность, науку, да и сам стиль жизни людей, особенно в развитых странах. Причем каждая из мер, взятая в отдельности, не решает проблемы, и помочь может только комплексный подход.

Среди таких мер прежде всего нужно назвать энергосбережение. В США и Японии, где при производстве единицы продукции расходуется меньше энергии, чем в странах Содружества, расход энергии на душу населения все-таки выше нашего — в США даже в два с лишним раза. Это есть отражение прямой связи жизненного уровня с энерговооруженностью. И поскольку развивающиеся страны, а среди них такие гиганты, как Китай, Индия, Бразилия, потребляют на душу населения в десятки раз меньше энергии, чем США, и прилагают усилия по повышению жизненного уровня населения, расход энергии в мире будет расти. Но все же энергосбережение должно снизить темпы роста энергетики.

Следует шире использовать и развивать альтернативные источники энергии: Солнце, ветер, морские приливы, тепло Земли.

Потенциальным источником «чистой» энергии являются термоядерные энергетические установки. При форсированном развитии этого направления энергетики вполне можно рассчитывать на появление в 20-е годы следующего века первых коммерческих термоядерных электростанций и широкое их развертывание в 30—40-е годы.

Помимо термоядерной энергетики, нельзя сбрасывать со счетов и АЭС. Их разумное использование может позволить «пережить» наиболее трудный период в 30—40 лет до широкого развертывания термоядерных электростанций. Необходимо интенсифицировать исследования по повышению их безопасности, но ставить вопрос о свертывании атомной энергетики было бы нерационально. Этот вид энергетики экономически

выгоден и, что более важно, свертывание атомных электростанций повлекло бы за собой необходимость расширения производства энергии на тепловых станциях. А это крайне нежелательно. АЭС являются единственной реальной альтернативой тепловым станциям в течение ближайших десятилетий.

По данным японских ученых, мировой океан неминуемо наступает на Японские острова, грозя затопить в недалеком будущем значительную часть побережья. И если не принять срочных мер против «парникового эффекта», к 2040 году уровень океана в отдельных районах Японского архипелага поднимется по сравнению с нынешним на 1,5 м.

Постепенное повышение уровня воды является прямым следствием роста в последние годы температуры в нижних слоях атмосферы. А это происходит, в свою очередь, в результате накопления в ней углекислого газа и некоторых других вредных химических веществ — продуктов деятельности человека.

К третьему десятилетию будущего века в «критических прибрежных районах», которым грозит затопление, будет жить около 10 миллионов человек. Поэтому уже в ближайшее время необходимо приступить к разработке проектов строительства гигантских дамб и других специальных сооружений для защиты населения от наступающего океана.

РАЗРУШЕНИЕ ОЗОНОВОГО СЛОЯ

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

Озон — трехатомные молекулы кислорода — рассеян над Землей на высоте от 15 до 50 км. Его концентрация даже в 20—25 км от поверхности Земли, где она достигает максимума, ничтожно мала. Эта естественная защитная пленка очень тонка: в тропиках ее толщина всего 2 миллиметра, у полюсов — вдвое

больше. И все же этот фильтр надежно защищает нас от космической радиации.

Роль озона уникальна. Не сформируйся миллиарды лет назад этот газовый «панцирь», наша планета осталась бы бесплодным небесным телом, населенным разве что самыми примитивными формами подводной жизни. Что же произойдет, если Земля лишится озонового слоя? Ультрафиолетовые лучи в буквальном смысле слова стерилизуют и уничтожат все живое на ее поверхности.

Озон в атмосфере образовался из молекул кислорода, переместившихся из нижних слоев и распавшихся под действием солнечного излучения. Сегодня практически общепринята точка зрения, что начало накоплению атмосферного кислорода было положено процессами фотосинтеза в водорослях около 2,5 млрд лет назад. В первичной же атмосфере кислорода не было. Жизнь на Земле появилась не позднее 4—3,5 миллиардов лет назад. Что же защищало ее от ультрафиолетовой радиации целый миллиард лет? Самый простой ответ: ничто, примитивные живые формы могли переносить без вреда для себя гораздо более высокие уровни радиации. А сложные живые организмы появились намного позднее — около 500 млн лет назад.

Однако существует и другая точка зрения. Группа исследователей Пенсильванского университета выдвинула гипотезу, что «атмосферная защита жизни» существовала всегда, только вначале она была другой. В то время на Земле было много действующих вулканов. И в грохоте их извержений в атмосферу выбрасывалось огромное количество серы — до триллиона тонн ежегодно. Не вся она исчезала потом в океанах, часть задерживалась в атмосфере, образуя молекулы, которые и «держали оборону». Правда, для этого нужно было, чтобы температура поверхности планеты не опускалась ниже 45 градусов.

Главный носитель опасности для атмосферного озона — это группа химических веществ, объединенных под названием хлорфторуглероды (ХФУ). Их называют фреоны. В течение полувека эти химикаты, впервые полученные в 1928 г., считались чудо-веществами. Они нетоксичны, инертны, чрезвычайно стабильны, не горят и не растворяются в воде, наконец, удобны в производстве и хранении. И поэтому сфера применения ХФУ ди-

намично расширялась. В массовых масштабах они начали использоваться в качестве хладагентов при изготовлении холодильников. Затем их стали использовать в системах кондиционирования воздуха, а с началом всемирного аэрозольного бума они получили самое широкое распространение. ХФУ оказались очень эффективными при промывке деталей в электронной промышленности, а также нашли широкое применение в производстве пенополиуретанов. Пик их мирового производства пришелся на 1987—1988 годы и составил около 1,2—1,4 млн т в год. Лидерство принадлежит Соединенным Штатам — около 35% всего производимого объема. 40% приходится на страны ЕЭС, 10—12% — на Японию, 7—10% — на страны Содружества.

Механизм действия фреонов следующий: попадая в верхние слои атмосферы, эти «безобидные» вещества, инертные у поверхности Земли, зловеще преобразуются. Под воздействием все того же ультрафиолетового излучения химические связи в их молекулах нарушаются. В результате выделяется хлор, который при столкновении с молекулой озона вышибает из нее один атом. Озон перестает быть озоном, превращаясь в обычный кислород. Хлор же, соединившись временно с кислородом, вскоре опять оказывается свободным и «пускается в погоню» за следующей «жертвой». Его активности и агрессивности хватает на то, чтобы разрушить десятки тысяч молекул озона.

Малозаметные поначалу, но накапливающиеся изменения привели к тому, что в Северном полушарии в зоне от 30-го до 64-го градуса северной широты с 1970 г. общее содержание озона сократилось на 4% зимой и на 1% летом. А над Антарктикой — именно здесь впервые была обнаружена «пробоина» в озоновом слое — кажущую полярную весну открывается огромная «дыра», площадь которой равна территории США. В октябре 1987 г., когда были зафиксированы самые большие размеры «дыры», количество озона над шестым континентом было вполосину ниже нормального.

Если так будет продолжаться и дальше, то уже к середине будущего столетия человечество может оказаться на пороге глобальной экологической катастрофы с непредсказуемо тяжелыми последствиями. Расчеты ученых показывают, что при продолжении массовых вы-

бросов хлорфторуглеродов озоновый слой еще при жизни нынешнего поколения истощится на 20%.

Последствия можно проиллюстрировать таким примером: всего однопроцентное сокращение озона вызывает четырехпроцентный скачок в распространении рака кожи. Только в США этим недугом ежегодно заболевают около 300 тысяч человек. Вызывая рак кожи, ультрафиолетовые лучи одновременно подавляют иммунную систему, снижают сопротивляемость организма. Десятки миллионов жителей планеты полностью или частично потеряли зрение из-за катаракты — болезни, виновником возникновения которой, как считают специалисты, также является повышенная солнечная радиация.

Но этим губительное воздействие ультрафиолетового излучения не ограничивается. Повышение его уровня способно вызвать деградацию экосистем и генофонда флоры и фауны, снижение урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности Мирового океана. К ультрафиолетовым лучам очень чувствительны хвойные деревья и злаки, овощи и бахчевые культуры, сахарный тростник и бобовые. Данные экспериментов свидетельствуют, что рост некоторых растений сдерживается уже нынешним уровнем радиации.

Нарушить экологический баланс, как показывает жизнь, совсем несложно, неизмеримо сложнее восстановить его. Озоноразрушающие вещества на редкость стойки. Разные виды ХФУ, попав в атмосферу, могут существовать в ней и творить свое разрушительное дело от 75 до 110 лет. Американский ученый Роберт Уотсон высказал такое мнение: «Даже при полном прекращении производства ХФУ и других мощных озоноразрушающих химических веществ понадобятся десятилетия, а то и века для того, чтобы понизить содержание хлора до уровней, предшествовавших образованию антарктической «озоновой дыры».

И все же перспектива не так мрачна, как может показаться. Проведенные НАСА (США) исследования подтверждают значительное снижение объема озона в стратосфере, вызываемое поступлением в атмосферный воздух в результате антропогенной деятельности разрушающих озон веществ. К оптимистичным выводам, полученным НАСА, относится утверждение о том, что масштаб снижения концентрации стратосферного озона сопоставим с естественными ее изменениями в периоды

между пиками солнечной активности. Возможно, глобальные тенденции изменения количества озона не носят катастрофического характера. Однако полностью ситуация может проясниться лишь в ближайшие три года солнечного цикла. Остается проблема постоянно расширяющейся антарктической озонной дыры в весенний период. Ее образованию в существенной степени способствует перенос в атмосферу Антарктики основного катализатора процесса разрушения озона — окислов хлора. Однако механизм разрушения озона и последующего перемещения хлора все еще остается невыясненным.

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

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

Озоновый слой, который предохраняет Землю от избыточного ультрафиолетового облучения, особенно сильно разрушен над Южным полюсом нашей планеты. Восстановить озоновый слой над Антарктикой при помощи запуска специальных воздушных шаров с установками для производства озона надеется английская группа защитников окружающей среды, которая называется «Помогите озону». Один из авторов проекта заявил, что озонаторы, работающие от солнечных батарей, будут

установлены на сотнях шаров, наполненных водородом или гелием.

Проблема сохранения озонового слоя уже давно перешла из чисто научной сферы в сферу политики и экономики. Например, в 70-х годах пришлось ограничивать полеты сверхзвуковых самолетов типа «Конкорд».

В 1985 г. была подписана Венская конвенция, а в 1987 г. в Монреале — межправительственное соглашение по охране озонового слоя Земли. Предусматривались ограничения на производство фреонов (присутствующих, например, в ставших привычными для нас аэрозольных баллончиках и морозильных установках), азотных удобрений и бромсодержащих веществ. Монреальский протокол предусматривает сокращение выпуска фреонов к 1999 г. на 50%. Его ратифицировали уже 36 стран.

Однако развивающиеся государства, например Бразилия, Индия, КНР, отказались подписать Монреальский протокол, ставящий цель ликвидировать производство фреоновых соединений. Эти страны мотивировали свой шаг тем, что 95% всех фреонов производится в промышленно развитых странах. По утверждению их официальных представителей, производство фреоновых соединений является необходимым условием развития промышленного производства в развивающемся мире.

Страны ЕЭС планируют в максимально короткий срок сократить выброс фреонов на 85%. В настоящее время США и страны ЕЭС производят по 30—35% фреонов, Япония — 8—10, страны Содружества 6—8%. ЕЭС является крупнейшим экспортером фреонов в страны Ближнего Востока, Африки и Юго-Восточной Азии. В настоящее время ведется активная разработка и начато производство заменителей фреонов.

Перспектива отставки холодильного газа не застала промышленность врасплох. Несколько лет назад была разработана технология замены фреона специально подготовленным пропаном. Вызвано это было еще и тем, что фреон — дорогостоящий пропеллент. Поэтому уже с 1984 г. предприятия «Союзбытхима» начали в порядке эксперимента использовать новый газ. Для этого пришлось построить отдельные технологические линии, обеспечить специальные средства доставки, разработать и внедрить дополнительные меры безопасности. И вот в конце 1987 г. был подписан приказ о внедрении нового пропеллента на Брестском заводе бытовой химии, где

уже в 1988 г. две трети аэрозольной продукции было выпущено без фреона. Его заменил углеводородистый пропеллент пропан-бутан, тот самый горючий газ, который используют для отопления и приготовления пищи. Через год еще пять заводов отказались от фреона.

Однако задача эта не простая. Дело в том, что углеводород хорошо горит, а в сжатом виде взрывоопасен. Поэтому использовать его как выталкивающий газ в аэрозольных упаковках можно только с применением веществ, снижающих пожароопасность аэрозолей. Один из возможных вариантов отказа от фреона — использование механических распылителей, хотя они и не обеспечивают столь мелкого распыления, как аэрозоли. Кроме того, «любителям» травить себя препаратами бытовой химии облегчается доступ к спиртосодержащим наполнителям. Именно поэтому, например в Германии, обычный спирт в одеколоне заменяют на изопропиловый. Этот органический растворитель токсичен и почти не обладает наркотическим действием и потому как алкогольный напиток не применим. Сложность тут скорее психологическая — как объяснить людям, что токсичный для приема внутрь, он безвреден при попадании на одежду. На флаконе надо писать целую инструкцию по применению такого одеколона. Другая проблема заключается в том, что газоперерабатывающие предприятия, чтобы обнаружить утечку пропана, добавляют в него резко пахнущее вещество.

Таким образом, «озонная дыра» задала химикам трудные задачи, которые необходимо решить в самое ближайшее время. И дело не только в пропеллентах для аэрозолей. Хладоны используются, например, для тушения пожаров, когда под большим давлением в горящее помещение выбрасывается фреон. После тушения пожара он вентиляторами выносится в атмосферу. В установках пожаротушения фреон необходимо заменить другим составом. Пока, правда, не ясно, каким. Число хладонов для тушения пожаров составляет менее полутора процентов от их общего количества, выпускаемого промышленностью. Тем не менее искать им замену все же придется.

Ныне промышленность уже на треть сократила выпуск аэрозолей с использованием фреонов. В ближайшие годы следует полностью отказаться от применения опасного газа. В странах Содружества намечено полное пре-

кращение использования фреонов на заводах бытовой химии.

Осознав грозящую опасность, США первыми, еще в 70-е годы, запретили применение фреона в аэрозольных упаковках, перейдя, в частности, на бутан. В других же странах, в том числе и в бывшем Советском Союзе, выпуск фреонов возрастал в огромных количествах. Сейчас же в ряде стран ведутся поиски новых веществ, которыми можно постоянно заменять фреоны. Многие фирмы, в том числе «Дюпон», «Империзэл кокмикл индастриз», «Бутс» и «Макдональдс», активно приступили к поискам таких заменителей. Фирма «Дюпон» создала заменитель наиболее распространенного фреона, который на 97% менее опасен для озона, так как быстро разлагается в атмосфере.

В Великобритании производят аэрозольные упаковки, работающие без использования газов. Упаковка снабжается специальной резиновой манжетой, сжимающей пластиковый флакон и распыляющей его содержимое при открывании клапана. Такие упаковки поступили в продажу еще в 1989 г. Однако их стоимость пока в три раза превышает традиционные. Но их производители в ряде стран, например, в США и Японии, не будут испытывать конкуренции, поскольку использование хлорфторуглеродов там запрещено в законодательном порядке.

Разработка этого устройства велась еще с 1975 г. и потребовала более 12 млн фунтов стерлингов. Его производители надеются революционизировать мировой рынок аэрозольных упаковок. Ведь их детище — уникальная альтернатива существующим изделиям массового производства, выпуск которых волей-неволей надо прекращать ввиду их крайней опасности для окружающей среды. Европейская ассоциация производителей аэрозолей взяла на себя обязательство сократить к 1990 г. выпуск на 90% фреона, являющегося одним из разрушителей озонового слоя Земли. «Годом борьбы с фреонами» был назван в Японии 12-месячный период начиная с 1 июля 1989 г. Были приняты меры по сокращению производства этих газов на 5% по сравнению с уровнем 1989 г.

Австралийский изобретатель из города Хобарт (штат Тасмания) Джон Лесли предложил абсолютно безвредный пропеллент для аэрозолей, которому он дал назва-

ние ДНА-3000, или Диспек. В качестве пропеллента, то есть газа, под давлением которого происходит распыление жидкости, изобретатель предложил использовать... обыкновенный, естественный газ азот. Им изобретатель предлагает заменить фреон и сходные с ним газы, которые разрушают озоновый слой атмосферы. Лесли продемонстрировал аэрозольную упаковку с азотом в действии. Этот пропеллент можно применять в 65% из 8,6 млрд аэрозольных упаковок, производимых ежегодно в мире. Изобретение его получило горячую поддержку защитников окружающей среды.

В марте 1989 г. в лондонском Центре имени Елизаветы II проходила конференция под девизом «Спасти озоновый слой». Авторитетный международный форум собрал представителей около 120 стран мира. В нем приняли участие многие руководители правительственных ведомств, отвечающие за охрану окружающей среды, видные ученые, крупные промышленники. На конференции подчеркивалось, что высокоразвитые индустриальные страны Запада, прежде всего США, Англия, другие западноевропейские государства, в решающей степени повинны в создавшемся положении. Их промышленность выбросила в атмосферу основную часть озоноразрушающих веществ. В связи с этим обязанность индустриально развитых государств — обеспечить финансирование и разработку новых технологий для использования их в развивающихся странах. Это поможет осуществлению общей цели — сокращению производства и использования хлорфтористых углеродов. Принцип «платит тот, кто загрязнял», должен быть применен и в отношении озонового слоя.

Страны «третьего мира», естественно, разделяют такой подход к решению столь серьезной глобальной задачи. Страны Содружества с самого начала участвовали в разработке Венской конвенции и Монреальского протокола. При этом всегда отмечалось, что любое решение о защите озонового слоя должно приниматься на базе обоснованных научных данных. Озоновому поясу уже нанесен серьезнейший ущерб и преодолеть беду можно лишь совместными усилиями.

КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ

Кислотные дожди — отнюдь не новое явление. Этот термин ввел еще в 1872 г. английский инженер Роберт Смит в труде, озаглавленном «Воздух и дождь: начало химической климатологии». Кислотные дожди содержат растворы серной и азотной кислот и считаются виновниками многих бед в природе. Они идут надо всем миром и стали камнем преткновения между США и Канадой. Водоемы, леса, животные и постройки — все это потенциальные жертвы кислотных дождей. Даже сами заводские трубы оказались в опасности: стальная арматура внутри них поддается коррозии. Ущерб от кислых осадков в странах ЕЭС составляет около 13 млрд долларов в год.

При сжигании любого ископаемого топлива (уголь, горючий сланец, мазут) в составе выделяющихся газов всегда обнаруживаются диоксиды серы и азота. В зависимости от состава топлива их может быть меньше или больше. Высокосернистые угли и мазут дают особенно богатые сернистым газом выбросы. Миллионы тонн диоксидов серы, выбрасываемые в атмосферу, превращают выпадающие дожди в слабый (а иногда и не очень слабый) раствор кислот.

Окислы азота образуются при соединении азота с кислородом воздуха при высоких температурах, главным образом в двигателях внутреннего сгорания и котельных установках. Получение энергии — основа цивилизации и прогресса — сопровождается закислением окружающей среды. Дело осложняется еще и тем, что трубы ТЭС стали расти в высоту. Она достигает 250—300 и даже 400 м. Количество выбросов в атмосферу при этом не уменьшилось, но они стали рассеиваться на огромных территориях, преодолевая большие расстояния и переносясь через государственные границы. В странах Скандинавии, например, только 20—25% всех кислотных дождей собственного происхождения, остальное они получают от дальних и ближних соседей. Вследствие более частых западных ветров через западные границы Содружества перемещается на его территорию в 8—10 раз больше соединений серы и азота, чем в обратном направлении.

Дождевая вода, образующаяся при конденсации водяного пара, должна иметь нейтральную реакцию, т. е. $pH \approx 7$ (pH — показатель, характеризующий кислотные

или щелочные свойства раствора). Но даже в самом чистом воздухе всегда есть диоксид углерода, и дождевая вода, растворяя его, чуть подкисляется (рН 5,6—5,7). А вобрав кислоты, образующиеся из диоксидов серы и азота, дождь становится заметно кислым. Например, в северо-восточной части США, в промышленных штатах Новой Англии, рН дождевой воды, как правило, от 3 до 4. Уменьшение рН на единицу означает увеличение кислотности в 10 раз, на две единицы — в 100 раз и т. д. А мировой рекорд по части кислотного дождя пока что принадлежит шотландскому городку Питлохри, где 20 апреля 1974 г. выпал дождь с рН 2,4— это уже не вода, а что-то вроде столового уксуса.

В 70-х годах в реках и озерах Скандинавских стран начали гибнуть лосось и форель. Рыбаки за сезон не могли поймать ни одного хариуса, там где недавно он был в изобилии. Снег в горах стал серого цвета, а листва в лесах раньше времени устлала землю. Затем спохватились в США, Канаде, Западной Европе. Те же симптомы. Со временем стали высыхать леса. В Германии количество пострадавших лесов достигло в последние годы 30%, а местами даже 50%. И все это происходит вдали от городов и промышленных центров. Выяснилось, что причина всех этих бед — кислотные дожди.

Показатель рН для воды разных озер различен, но в ненарушенной природной среде диапазон изменений строго ограничен. Природные воды и почвы обладают буферными возможностями. Они способны нейтрализовать определенную часть кислоты и сохранять рН своей среды. Но буферность эта в природе не беспредельна.

Сейчас уже научились различать разные стадии закисления озер. На первой стадии природной карбонатно-кальциевой буферности достаточно (природные воды, содержащие карбонатные и гидрокарбонатные анионы, способны до определенного предела нейтрализовать поступающую кислоту), чтобы кислотные дожди не отражались на рН воды рек и озер. На следующей стадии рН начинает заметно колебаться и быстро падает после дождей. «Кислые» периоды становятся все продолжительнее. Наконец, в любое время года рН становится равным 6 или немного ниже, а это умеренное закисление. На следующей стадии рН устанавливается на уровне 4,5 или даже ниже.

Повышенная концентрация металлов, наблюдаемая

в последние годы, связывается с выпадением кислотных осадков, которые подкисляют природную воду и способствуют вымыванию металлов из почвы и донных отложений.

В своей эволюции живые организмы приспособились к физической и химической среде и могут существовать в определенном интервале рН. Изменение же рН влечет за собой глубокие химические и биологические перестройки водных экосистем. Когда рН снижается до 6,5—6, погибают улитки, моллюски, ракообразные, гибнет икра земноводных. При рН=6—5 гибнут наиболее чувствительные планктонные организмы и насекомые, сиговые рыбы, форель, хариус, лосось, плотва, окунь и щука.

Однако рыба гибнет не только от прямого воздействия кислоты. Вытесненный из горных пород и донных отложений подвижный алюминий повреждает жаберный аппарат. Из-за нарушения кальциевого равновесия рыба теряет способность к воспроизводству. При рН менее 5,5 мхи и нитчатые водоросли вытесняют основную растительность, в воду даже переселяется сфагновый мох — обитатель суши. При рН ниже 4,5 в воде озер вымирают микроорганизмы и развиваются анаэробные (бескислородные) процессы с выделением метана и сероводорода.

Земля и растения, конечно, тоже страдают от кислотных дождей. Снижается продуктивность почв, сокращается поступление питательных веществ. Меняется состав почвенных микроорганизмов. Нечувствительные почвы имеют карбонатные включения и высокую катионно-обменную емкость (свойство почв и пород к обмену катионами с водными растворами). К слабочувствительным и чувствительным отнесены почвы соответственно со средним или низким значениями катионнообменной емкости и без карбонатных включений.

Кислотные дожди наносят огромный вред лесам. Леса высыхают, развивается суховершинность на больших площадях. Кислота увеличивает подвижность алюминия в почвах. Он токсичен для мелких корней, приводит к угнетению листвы и хвои, хрупкости ветвей. Чаще всего страдают пихта, ель, сосна, потому что смена хвои происходит реже, чем смена листьев, и она накапливает больше вредных веществ за один и тот же период. У хвойных деревьев желтеет и опадает хвоя, изреживаются кроны, повреждаются тонкие корни. У лиственных по-

род изменяется окраска листьев, преждевременно опадает листва, гибнет часть кроны, повреждается кора. Эти симптомы часто сопровождаются вторичными поражениями от насекомых и болезней деревьев. Поражение все в большей степени захватывает и молодые деревья. Естественного возобновления хвойных и лиственных лесов не происходит.

«Спидом лесов» называют загрязнение воздуха в результате выбросов в атмосферу промышленных отходов. Наиболее чувствительны к отраве знаменитые канадские клены, которые являются источником не менее знаменитого кленового сока. Сбор сока — не только традиция, но и основное занятие многих здешних фермеров, которые сейчас все более опасаются за будущее своего бизнеса, так как половина всех кленовых плантаций в стране повреждена «кислотными дождями», а около 15% кленов, к сожалению, уже уничтожено.

Все больший ущерб наносится сельскохозяйственным культурам. Повреждаются покровные ткани растений, изменяется объем веществ в клетках, нарушается рост и развитие растений, уменьшается сопротивляемость к болезням и паразитам, снижаются доходы сельского хозяйства из-за падения урожайности сои, кукурузы, пшеницы.

Специалисты американского университета штата Северная Каролина провели исследования, чтобы определить воздействие кислотных дождей на растения в период их максимальной восприимчивости к факторам внешней среды. Эксперименты на кукурузе показали, что под влиянием кислотных дождей непосредственно после опыления в початках формировалось меньше зерен, чем при орошении их чистой водой. Причем, чем больше в дождевой воде содержалось кислоты, тем меньше зерен образовывалось в початках. Вместе с тем выяснилось, что до опыления кислотные дожди не оказывали заметного влияния на формирование зерен. Таким образом, степень воздействия кислотных дождей на формирование кукурузных початков во многом зависит от сроков, продолжительности и частоты их выпадения.

В ходе других экспериментов определялась степень восприимчивости к кислотным дождям на ранних стадиях роста 18 видов сельскохозяйственных культур и 11—декоративных растений. Наиболее подверженными неблагоприятному воздействию оказались листья тома-

тов, сои, фасоли, табака, баклажанов, подсолнечника и хлопчатника. Наименее восприимчивыми — озимая пшеница, кукуруза, салат, люцерна и клевер. Степень повреждения листьев на ранних стадиях роста является, видимо, хорошим показателем того, как развивается растение во время кислотных дождей.

Кислота разрушает не только растения, но и сооружения из мрамора и известняка. Исторические памятники Греции и Рима, простояв тысячелетия, за последние годы разрушаются прямо на глазах. Такая же судьба грозит и Тадж-Махалу — шедевру индийской архитектуры периода Великих Моголов, Тауэру и Вестминстерскому аббатству в Лондоне. На соборе Св. Павла слой портлендского известняка разъеден на 2,5 см. В Голландии статуи на соборе Св. Иоанна «тают, как леденцы». Черными отложениями, этим «раком камня», изъеден королевский дворец на площади Дам в Амстердаме.

В Европе имеется более 100 тыс. ценнейших витражей — памятников средневекового готического искусства. Витражи соборов и церквей в Шартре, Контербери, Кельне, Эрфурте, Праге, Берне и других городах относятся к числу самых знаменитых и замечательных памятников европейского искусства. В результате кислотных дождей опасаются полной утраты этих произведений искусства в ближайшие 15—20 лет.

Страдает и здоровье людей, хотя действие кислотных дождей проявляется здесь главным образом косвенно: возникает дополнительное загрязнение питьевых вод, так как кислота вытесняет из пород различные токсичные металлы (ртуть, свинец, кадмий, цинк и др.), повышает уровень ртути в рыбе, используемой в пищу.

Спасать природу от закисления необходимо. Для этого придется резко снизить выбросы в атмосферу окислов серы и азота, но в первую очередь это касается сернистого газа, так как именно серная кислота и ее соли на 70—80% обуславливают кислотность дождей, выпадающих на больших расстояниях от мест выбросов, а выбросы серы на территории Европы превышают 30 млн т ежегодно.

Дальний перенос загрязняющих веществ в атмосфере — одна из главных проблем Северного полушария.

В 1983 г. вступила в силу «Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния». В ней, в частности, указано, что страны должны стремиться к

ограничению и постепенному уменьшению загрязнения воздушной среды, включая загрязнения, выходящие за пределы своего государства. В июле 1985 г. в Хельсинки 20 государств Европы и Канада подписали Протокол о 30 %-ном снижении выбросов окислов серы на своей территории и их трансграничных потоков на территорию соседних государств.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА И КЛИМАТ

Тепло и влага атмосферы — важнейшие и постоянно действующие природные ресурсы, от которых зависит плодородие почвы и возможность воспроизведения и накопления биомассы. Используя их, человечество обеспечивает себя продуктами питания. Климатические природные ресурсы не могут быть заменены ничем.

Общественное производство людей неизбежно влияет на климат. Уже древние земледельцы, сводя лес и распахивая землю, изменяли температуру и влажность воздуха и влагосодержание грунта, а следовательно, испарение. Современное полесоздающее лесоразведение уменьшает ветры и нисходящие движения воздуха, сокращает непроизводительное испарение и задерживает снег, повышая тем самым влажность нижних слоев атмосферы и почвогрунтов. При осушении болот уменьшается влажность и повышается температура. Водохранилища, наоборот, увеличивают количество воды в грунте и пара в тропосфере. Они аккумулируют тепло, уменьшают годовую и суточную амплитуду температуры. В этом же направлении действует искусственное орошение. Конечно, эти мероприятия не вносят существенных изменений в планетарные процессы тропосферы, но влияют на местный климат и микроклимат.

Человек создает орошаемые оазисы в засушливых районах. В пустыне альbedo светлого песка сравнительно велико (24—30%), альbedo же возделываемого участка не превышает 15%. В пустыне очень мало влаги, поэтому невелико и испарение, а в орошаемой зоне почти вся энергия, поступающая в виде излучения или адвекции (переноса воздуха в горизонтальном направлении), уходит на испарение. В результате воздух над оазисом прогревается значительно слабее. «Оазисный эффект» приводит к увеличению относительной влажности, уменьшает контраст дневных и ночных температур, особенно

заметный в пустыне. Благодаря оазису, созданному человеком, возникают районы с различным тепловым балансом.

Урбанизация и климат. Среди всех форм воздействия человека на климат особое место занимает урбанизация. Строительство городов с каменными и бетонными массивами, с концентрацией различных источников загрязнения окружающей среды не только преобразует поверхность Земли, но и создает микроклимат, влияющий на окружающую местность.

«Остров тепла» — первое следствие урбанизации. Город, выросший в сельской местности, полностью меняет состояние земной поверхности — влажный растительный ковер, отличающийся слабой теплопроводностью сменяется непроницаемым слоем с большой поглощающей способностью и теплопроводностью. Отражательная способность уменьшается. Солнечная энергия, поглощаемая днем стенами и асфальтом, возвращается в атмосферу ночью. Следовательно, города — «горячее» смежных сельских зон.

В крупных городах эта разница усиливается дополнительным выделением теплоты транспортом, ТЭЦ, промышленными предприятиями. Зимой в некоторых городах, расположенных в относительно высоких широтах, выделяемая теплота составляет до 20% теплоты, получаемой от Солнца. Об этом свидетельствует разница температур города и соседней с ним местности: в полдень 2°C, вечером — до 8°C. Нагрев атмосферы ощущается до 3 км высоты.

В центральной части города температура воздуха, как правило, выше, чем на окраинах, на 0,5—1°C. Проявляется такая аномалия прежде всего ночью, зимой, при слабом ветре и малооблачной погоде. Однако нередко ее обнаруживают и днем, и в летнюю пору. Исследования японских ученых показали, что «остров тепла» возвышается над центром Токио на 100—150 м, а в городах поменьше — на 30—40 м.

В тихую погоду воздух движется к центру города со скоростью 2—3 м/с. «Остров тепла» как бы засасывает воздух окраин со всеми примесями. Каменные здания, мостовые, асфальт — своего рода тепловые аккумуляторы, — поглощая солнечную энергию днем, медленно остывают ночью. Предприятия также выделяют тепло и тем «подогревают» город. Улицы и площади обладают

низкой испаряющей способностью и хуже охлаждаются.

Температурные контрасты между «островом тепла» и остальной частью города уменьшаются с увеличением облачности, а также в нерабочие дни недели, когда атмосфера чище. В образовании «острова» тепла» более всего повинны содержащиеся в воздухе примеси, которые нарушают естественный радиационный режим и мешают центру города (где наибольшая запыленность) отдавать тепло в окружающее пространство.

В городе быстрее тает снег. Перегрев атмосферы увеличивает облачность и местную конвекцию (перенос теплоты, обусловленный перемещением масс жидкости или газа под влиянием различия температуры в разных их частях). Грозы и ливни обрушиваются на города чаще, чем на сельские местности (в среднем на 10%). Восходящие потоки теплого воздуха вызывают движение воздушных масс от периферии к центру. Этот «сельский бриз» наблюдается в хорошие вечера, когда стихают доминирующие ветры. Городские сооружения «разбивают» ветер и снижают его скорость в среднем на 10—20%.

Загрязнение воздуха газом и дымом — одна из самых тревожных проблем больших городов — также оказывает определенное влияние на климат. Частицы, находящиеся в атмосфере над городом, ослабляют солнечное излучение примерно на 15%. Конденсация влаги на некоторых гигроскопических аэрозолях происходит уже при относительной влажности 75%, тогда как в обычных условиях этот процесс требует 100%-ной влажности. Сухие туманы в городах образуются в 2—5 раз чаще, чем в окрестностях.

Пылевые массы, выбрасываемые в атмосферу городами, насыщены веществами, способствующими образованию облаков и выпадению осадков. Измерения показывают, что концентрация этих веществ в атмосфере городов в 10—100 раз выше, чем в сельской местности.

Загрязнение атмосферы городов дает о себе знать и за их пределами. В пригородах часто наблюдаются снегопады и дожди, вызванные городским «смогом», а зона поглощения солнечных лучей дымом в 50 раз превышает площади самих городов.

В Законе об охране атмосферного воздуха предусмотрены нормативы, направленные на предотвращение неблагоприятного воздействия на погоду и климат, то

есть на решение задач, затрагивающих интересы всего человечества.

Преднамеренные воздействия человека на погоду пока ограничиваются разрушением градовых облаков и попытками искусственно вызвать дождь в нужном районе. Но и эти попытки требуют большой осторожности, ибо разрушение градового облака в одном месте может вызвать катастрофический ливень в другом. Более широкое применение погодных модификаций таит в себе опасность других непредвиденных сегодня последствий. Учитывая эти обстоятельства, Закон предусматривает разрешительный порядок применения искусственных изменений состояния атмосферы и атмосферных явлений.

Сведение лесов. Необратимые последствия сведения лесов затрагивают и «кухню» глобального климата. Как полагают, климатические процессы в тропиках отличаются особой энергией и оказывают огромное влияние на климат других поясов и зон. Поэтому уничтожение лесов на планете начинают учитывать в климатических моделях. Мнения о том, как повлияет обезлесение тропиков на климат соседних поясов, пока сильно расходятся, так как затрагиваются многие механизмы биосферы и глобальные балансы: тепловой, газовый, водный.

Прямой и немедленный эффект уничтожения тропических лесов — это изменение отражательной способности Земли. Ожидаемое увеличение альбедо до 30—33%, возможно, ослабит муссонную циркуляцию в атмосфере и проникновение влажного воздуха с океанов на материки, что будет сопровождаться усилением аридности территорий. Уничтожение влажнотропических лесов уменьшит поступление водяного пара в атмосферу, что может оказаться равносильным гибели целого океана (речь идет об изъятии из оборота океана пресной воды).

Такое сокращение транспирации влаги и развитие поверхностного стока вследствие сведения лесов уменьшат внутриматериковый влагооборот и изменят климат в сторону возрастающей сухости. Так что «эффект губки» — замечательная способность почвы влажнотропических лесов впитывать и постепенно высвобождать громадное количество осадков, выпадающих с экваториальными дождями — исчезнет полностью. И хотя мнения о климатических последствиях для территорий в локальном и региональном масштабах расходятся, вполне возможно региональное уменьшение осадков.

Региональные и глобальные последствия деградации пояса тропических лесов еще полностью не проявились, но практически все прогнозы возможных изменений окружающей среды неблагоприятны.

КЛИМАТ И ЗДОРОВЬЕ

Климатическая информация широко используется в строительном проектировании. Архитектурно-планировочные и конструкторские решения, инженерное оборудование зданий (отопление, вентиляция, кондиционирование), проектирование линий связи, электропередач и целого ряда других сооружений опираются на климатические параметры, регламентируемые строительными нормами и правилами.

Учет климатических условий позволяет создать благоприятный микроклимат внутренних помещений в городах с очень холодным климатом (Норильск, Воркута, Магадан и др.) и в районах с жарким климатом (Ашхабад, Сумгаит, Навои и др.). Благодаря рекомендациям климатологов сведены к минимуму такие аварии энергетических сооружений, как разрушение опор и разрыв проводов линий электропередач под воздействием гололедицы, другие — к зиме, и болезни протекают различно —

О многообразном влиянии климатических факторов на здоровье человека известно давно. Еще Гиппократ (460—377 гг. до н. э.) в своих «Афоризмах» писал, в частности, что организмы людей ведут себя различно в отношении времени года: одни расположены больше к лету, другие — к зиме, и болезни протекают различно — хорошо или плохо — в разные времена года, в разных странах и условиях жизни.

Человеческий организм приспособился к суточным и сезонным ритмам, и это обеспечивает постоянство внутренней среды и в целом его жизнедеятельность. Внезапное изменение ритмов может нарушить установившееся равновесие и привести к заболеваниям. Победить возникший недуг можно будет только восстановлением ритмичности работы всего организма.

К заболеваниям, связанным с погодными условиями, ведет прежде всего перегревание и переохлаждение. Перегревания и тепловые удары возникают летом при жаркой безветренной погоде, а грипп, простудные заболева-

ния, катары верхних дыхательных путей — в осенне-зимний период.

Некоторые физические факторы, например, температура воздуха или атмосферное давление, оказывают не только прямое воздействие на человеческий организм. Отдельно или в комбинации они могут влиять и косвенно, усугубляя течение имеющихся заболеваний или создавая определенные условия для размножения возбудителей инфекции.

Так, в холодный период года, когда погода крайне изменчива, обостряются такие сердечно-сосудистые заболевания, как гипертония, стенокардия, инфаркт миокарда. Кишечные инфекции (брюшной тиф, дизентерия), напротив, поражают людей в жаркое время года. У детей до года самое большое число воспалений легких регистрируется в январе — апреле.

У людей с расстройствами функций вегетативной нервной системы или хроническими заболеваниями приспособление к изменяющимся погодным факторам затруднено. Некоторые больные настолько чувствительны к изменениям погоды, что как своеобразные биологические барометры безошибочно предсказывают их за несколько дней. Исследования показали, что 60—65% страдающих сердечно-сосудистыми заболеваниями чувствительны к колебаниям погодных факторов, особенно весной и осенью, при значительных перепадах атмосферного давления, температуры воздуха и изменениях геомагнитного поля Земли. При вторжениях воздушных фронтов, вызывающих контрастную изменчивость погоды, чаще наблюдаются кризы при гипертонической болезни, ухудшается состояние больных атеросклерозом сосудов головного мозга, растут сердечно-сосудистые катастрофы.

Специфические особенности горного климата, особенно среднегорья (высота от 1000 до 2000 м над уровнем моря), могут быть важным лечебным фактором при многих заболеваниях. Исследования и эксперименты показали, что в горных условиях можно успешно лечить целый ряд недугов. С высотой возрастает интенсивность ультрафиолетовой радиации, имеющей большую биологическую активность, понижаются атмосферное давление и парциальное давление кислорода. В среднегорье эти факторы оказывают лечебное воздействие.

Но горы — это прекрасное место как для лечения,

так и для отдыха. Здесь усиливаются обменные процессы, улучшается работа сердечно-сосудистой системы и легких, изменяется активность ряда ферментов, что приводит к мобилизации резервных возможностей организма, его закаливанию, адаптации к окружающей среде. Особенности рельефа, климата, почвенно-растительного покрова необходимо учитывать при размещении климатических курортов. Для этого удобны межгорные котловины, где всегда суше и теплее, чем на склонах окружающих гор.

Многочисленные наблюдения показывают, что наиболее эффективным режимом адаптации к горному климату является ступенчатая акклиматизация на высотах от 2 до 4 тыс. м. В высокогорье курортов очень мало. Для кратковременного подъема больных на значительные высоты эффективно использование канатно-кресельных и маятниковых дорог.

В эпоху урбанизации и индустриализации люди большую часть времени проводят в помещении. Чем дольше организм изолирован от внешних климатических факторов и находится в комфортных или субкомфортных условиях микроклимата помещения, тем больше снижаются его приспособительные реакции к постоянно изменяющимся погодным параметрам, в том числе ослабляются процессы терморегуляции. В результате нарушается динамическое равновесие между организмом человека и внешней средой, возникают осложнения у людей с сердечно-сосудистой патологией — кризы, инфаркт миокарда, мозговые инсульты. Для предупреждения сердечно-сосудистых катастроф необходим своевременный медицинский прогноз.

Организованное в некоторых географических зонах (Подмосковье, Крым, Кавказ) медико-метеопрогнозирование показывает, что лечебно-профилактические мероприятия в дни с неблагоприятными типами погоды резко сокращают количество метеотропных реакций у сердечно-сосудистых больных. Проведенные в различных климатических зонах исследования по адаптации организма к неблагоприятным условиям среды позволили разработать систему расчета и оценки погодных условий с учетом сезонных, суточных и других колебаний и изменчивости основных гелиометеорологических факторов. Были установлены также характер и достоверность кор-

реляционных связей, характеризующих метеотропные реакции организма человека.

В настоящее время во многих крупных промышленных городах загрязнение атмосферы приводит к понижению ее прозрачности для солнечного света и в значительной мере для ультрафиолетового излучения, имеющего большое биологическое значение. Пыль, сажа, диоксид серы и другие широко распространенные загрязнители воздуха, поглощая коротковолновую часть солнечного спектра, снижают общее количество достигающего земной поверхности природного ультрафиолетового излучения, создают условия относительного УФ-дефицита в средних широтах ($52,5^{\circ}$ — $57,5^{\circ}$ с. ш.), где в условиях незагрязненной атмосферы имеет место УФ-комфорт, и усугубляют УФ-дефицит в северных широтах (севернее $57,5^{\circ}$ с. ш.). Недостаток ультрафиолетового излучения снижает сопротивляемость организма к действию неблагоприятных факторов, в том числе к химическим загрязнениям окружающей среды. При высоте стояния солнца 30° и загрязнении атмосферы на уровне 1,5 ПДК интегральный поток УФИ снижается до 40%. Если учесть, что эта высота стояния солнца практически максимальна в весенне-осенний период на средних широтах и занимает большую часть светового дня (за исключением 3—4 околополуденных часов) в летние месяцы, то становится понятной гигиеническая значимость учета потерь природного ультрафиолетового излучения, связанных с загрязнением атмосферы.

Человеку необходимо получить за год не менее 45 «порций солнца», т. е. эритемных доз ультрафиолетового излучения. Чем севернее расположена местность, тем больше времени приходится тратить на то, чтобы набрать эту норму. Ультрафиолетовое облучение — обязательное условие нормальной жизнедеятельности человека. Оно уничтожает микроорганизмы на коже, предупреждает рахит, нормализует обмен минеральных веществ, повышает стойкость организма к инфекционным и другим болезням.

Специальные наблюдения установили, что дети, получившие достаточное количество ультрафиолета, в десять раз меньше подвержены простудным заболеваниям. При недостатке ультрафиолетового облучения нарушается фосфорно-кальциевый обмен, увеличивается чувствительность к инфекционным заболеваниям и простуде,

возникают функциональные расстройства центральной нервной системы, обостряются некоторые хронические заболевания, снижается общая физиологическая активность, а следовательно, и работоспособность человека. Особенно чувствительны к «световому голоду» дети, у которых он приводит к развитию рахита.

Естественный УФ-дефицит, а также связанный с загрязнением атмосферы искусственный УФ-дефицит требуют проведения профилактических мероприятий, направленных на компенсацию недостаточности природного ультрафиолетового излучения, т. е. дифференцированных (в зависимости от степени УФ-дефицита) профилактических УФ-облучений населения.

Глава 4. ОХРАНА ЗЕМЕЛЬ

Среди материальных условий, необходимых для жизни людей, особое место занимают земельные ресурсы как первая предпосылка и естественная основа всякого производства. Существование человечества неразрывно связано с земельными ресурсами — этим важнейшим компонентом окружающей среды, роль которого в жизни человека многогранна. Земля — главное средство производства в сфере сельского хозяйства, где создаются материальные блага, имеющие первостепенное значение для обеспечения нормальных условий жизнедеятельности членов общества. Земельные ресурсы выполняют функции пространственного базиса и в других отраслях материального производства.

Люди познакомились с земледелием более 7000 лет назад. Однако наука о почве сложилась лишь в конце XIX века. Известный ученый-почвовед академик В. В. Докучаев установил, что почва является особым телом природы и пришел к выводу, что она образуется в результате сложного взаимодействия пяти факторов: почвообразующих пород, климата, растительного и животного мира, рельефа и возраста. Позже был выделен еще один, шестой фактор — хозяйственная деятельность человека.

Сущность почвообразовательного процесса состоит в поглощении живыми организмами минеральных элементов из окружающей среды и выделении ими в процессе жизни различных органических и минеральных соединений, воздействующих на эту среду и изменяющих ее.

Процесс почвообразования очень сложен и длителен.

Миллиарды различных микроорганизмов участвуют в разрушении горных пород, минералов, остатков корней, листьев, животных и превращении их в другое вещество — почву. В почве имеется большое количество (до 1,5 млн в 1 г) простейших животных организмов — амёб, инфузорий, биченосцев и др. Кроме того, в почве содержатся миллионы беспозвоночных — червей, нематод и др. Известно, что на Земле существует около 1 млн. видов насекомых, многие из которых обитают в почвах. Животные своей жизнедеятельностью способствуют аэрации почвы и обогащению ее органическими продуктами.

Растениям нужна влага, а почва способна удерживать и сохранять как атмосферные, так и грунтовые воды, обогащающие ее химическими соединениями и тем самым влияющие на формирование того или иного ее типа. Академик В. Р. Вильям поразительно точно определил, что почва делает конечное количество элементов бесконечным. Происходит это потому, что почва участвует в целом ряде биосферных циклических процессов. Элементы, находящиеся в почве, в воде, в почвенном воздухе, могут вступать в неограниченное число контактов, образовывать практически бесконечное число связей. Почва — составная часть почти всех биосферных круговоротов веществ. Возможно, она играет в биосфере существенно более важную роль, чем считалось до сих пор. Предполагалось, что углекислый газ из атмосферы в основном растворяется в океане. Но оказалось, что это не совсем так. До трети всей углекислоты на планете, по-видимому, поглощается торфом. Болота и торфяники спасают Землю от пелены углекислого газа.

Почва — это своего рода планетарный аккумулятор. На землю поступает 10^{20} — 10^{21} ккал космической энергии. Из них около 10^{17} — 10^{18} ккал «связывается» почвой. С этой точки зрения и следует рассматривать ее роль в биосфере.

Когда наши прапрадеды начинали обрабатывать первые клочки земли, они, конечно, выбирали для этих целей наиболее подходящие участки. Тогда было из чего выбирать. Наблюдения за живой природой подсказали им, что лучше всего занимать под поля земли, богатые влагой, ровные, с толстым слоем плодородной почвы, изобилующей перегноем и другими питательными веществами. Деревянной сохой, лопатой, тяпкой да нехитрой

деревянной же бороной они чуть царапали предповерхностный слой, зарывая таким образом свой посадочный материал. Что давала такая обработка почвы и — более широко — такой метод выращивания растений?

Отрицательным было обеднение биоценоза, нарушение исторически сложившихся сообществ растительности, микроорганизмов и животного мира. Но эта беда в какой-то мере перекрывалась незначительностью обрабатываемых участков, достаточностью влаги и сохранностью почвенного слоя, ибо двухвершковая пахота фактически не разрушала его.

Обеднение биоценоза и рыхление почвы — иными словами, посев одной культуры и пахота — сохранились в основе сельскохозяйственного производства со времен первых землепашцев. Все же остальное изменилось до неузнаваемости. В конце XVIII века многие поля впервые познакомились с плугом. Его стальные лемеха начали глубоко вгрызаться в пласты почвы, а «крылья» плугов, измельчая и разрыхляя эти пласты, стали переворачивать их, отваливая в борозду. Появились тяжелые бороны с металлическими зубьями, а также различные культиваторы, остро заточенные ножи которых нещадно рыхлят почву. Плуг в первое время принес с собой сказочный урожай. Это и понятно, ибо он, подняв глубокие слои плодородной почвы, как бы включил в активное использование все ее богатство, десятилетиями там накапливавшееся.

На помощь плугу человеческий разум привлек еще два мощных «рычага» плодородия. Во-первых, чтобы хоть в малой мере восстановить обедненность биоценоза, люди стали периодически давать «отдых» полям, засеивая их травами или сменяя культуры. Во-вторых, поняв роль азота и зольных веществ, начали применять искусственное внесение минеральных удобрений.

И вот, когда, казалось бы, оставалось только собирать невиданные ранее урожаи, земля начала капризничать. Урожаи резко прыгали то вверх, то вниз. Почву распахивали все глубже, завозили на поля огромные количества удобрений, а урожайность катастрофически падала. Это было связано с тем, что принципы сельскохозяйственной обработки почвы, возникшие в древности в районах достаточной влажности или искусственного увлажнения, оказались неприемлемыми для засушливых зон и, в первую очередь, для огромных, открытых всем

ветрам равнин, богатых солнцем и бедных водой. А именно раздольные степи, прерии и саванны стали главными полями планеты.

Если в условиях достаточного обеспечения влагой глубокая пахота, посевы трав и применение искусственных удобрений позволяли сохранять структурность почвы и даже превращали малоурожайные почвы в плодородные, то в засушливых районах эти меры не могли решить проблему устойчивых урожаев. Сухая, разрыхленная земля, лишенная естественной защиты из диких трав, кустарников и надежного покрывала старых листьев, стеблей и корней, рассыпается на отдельные, ничем не связанные, легкоподвижные крошки. Почва теряет способность впитывать и пропускать воду. Эта беда усугубляется образованием на уровне глубины пахоты слишком уплотненного слоя, так называемой плужной подошвы. Все это порождает прогрессирующее иссушение почвы, делает ее нестойкой к ветрам и ливням. «Дикие» степи противостояли любой буре, но распаханые черноземы утратили эту способность, и пыльные бури стали уносить почву при скоростях ветра в 30—40 м/с, а позднее и при скорости 10 и даже 7 м/с.

Отсутствие естественного растительного покрова, ежегодное очищение и разрыхление — «уборка» полей — способствуют промерзанию верхнего слоя почвы, в том числе семян будущего урожая. В этих условиях затрудняется преобразование растительных остатков в гумус, который, как известно, является своеобразным клеем для структурных комочков почвы.

Все знают, что в прежние времена обрабатываемые участки, когда они истощались и почти переставали давать урожай, «забрасывали» на 10—20 лет в залежь. Проходили годы, и плодородие почвы без всяких удобрений и прополок полностью восстанавливалось естественным образом. Земля отдыхала, заброшенное поле густо зарастало травами, кустарниками, а то и небольшими деревьями. На поле восстанавливалось сравнительно богатое сообщество растительного и животного мира. Почва постепенно покрывалась надежной шубой листьев и миллионов нитей живых и мертвых корней. Все вещества, высасываемые растениями из почвы и воздуха, после преобразований возвращались туда же. На участке протекала естественная жизнь, в результате

которой восстанавливалась структурность почвы и она обогащалась различными растительными веществами.

Изменение положения в сельском хозяйстве возможно лишь при условии его перевода на строго научные принципы, главный из которых экологический. На каждом этапе земледельческого процесса должны учитываться законы, отражающие особенности взаимодействия растений с окружающей средой и почвой. Это законы кругооборота вещества и энергии, минимума, оптимума, максимума, независимости, равнозначности и совокупности действия факторов жизни растений.

Важно определить систему земледелия как комплекс приемов и методов распределения и использования природных и антропогенных энергетических ресурсов с целью создания оптимальных условий связывания солнечной (световой) энергии в формы органического вещества экологически целесообразного количества и качества. Закон экологического земледелия сформулирован так: антропогенное воздействие на почву, растения, окружающую среду не должно превышать пределы, за которыми снижается производительность агроэкосистемы, нарушается устойчивость и стабильность ее функционирования.

Повышение производительности агроэкосистемы может быть обеспечено только синхронным совершенствованием всех ее элементов. В связи с этим повышение производительности агроэкосистемы экономически и экологически целесообразно при одновременном улучшении ее элементов. Всякая сельскохозяйственная культура должна возделываться в условиях, к которым она наиболее экологически приспособлена. Минимальная производительность усовершенствования агроэкосистем всегда должна быть выше максимальной производительности до начала совершенствования: за эталон сравнения должен приниматься оптимальный для данных условий и времени вариант агроэкосистемы.

Около половины всех почв планеты находится в засушливых и полузасушливых зонах. Не менее трех четвертей имеют пониженную продуктивность из-за необеспеченности теплом и влагой. На каждого жителя приходится менее 1 га пахотных земель, т. е. меньше, чем два футбольных поля. Из сельскохозяйственного оборота продолжают выпадать луга, пастбища, пашни.

За последние 30 лет в странах Содружества было

потеряно более 40 млн га угодий на несельскохозяйственные цели. Из них свыше 6 млн га пойменных земель, которым цены не было. Они затоплены искусственными водохранилищами и пропали безвозвратно. Идут процессы эрозии, засоления, окисления, опустынивания земель, растут овраги, бывшие пашни покрываются кустарником. Воссоздать почву искусственно невозможно. Природе понадобились для этого миллионы лет.

Несколько лет назад в экологической науке появился новый термин — «дезертификация». Он означает превращение земель в пустыни. Ежегодно по разным причинам пустыня охватывает около 50 тыс. квадратных километров. По утверждению специалистов, главную ответственность за это несет человек, ибо пустыни возникают из-за плохо контролируемой ирригации, нерационального использования пастбищ, слишком интенсивной обработки почвы и вырубки леса. Существует немало средств предотвращения дезертификации, но все они требуют значительных энергетических затрат.

Огромные площади земель подвергаются также захламлению промышленными, бытовыми, сельскохозяйственными и другими отходами, что приводит к снижению урожайности и ухудшению качества сельскохозяйственной продукции. К тому же природные кормовые угодья используются неудовлетворительно, а объемы работ по их улучшению недостаточны, что ведет к деградации почв и травостоя.

С ростом населения появляется потребность не только в увеличении сельскохозяйственной продукции, но и в отводе части земель на несельскохозяйственные нужды: под строительство новых городов, поселков, заводов, прокладку железных и автомобильных дорог, трубопроводов, под судоходные и ирригационные каналы, водохранилища для гидроэлектростанций. Почвенный покров нарушается при разработке различных полезных ископаемых. Часть земель отводится для лесопосадок.

По воле человека изменяется характер почвы, меняются факторы почвообразования, рельеф, микроклимат, создаются моря (огромные водохранилища), появляются новые реки (каналы), перемещаются миллионы тонн грунта и т. д. Под влиянием промышленных и сельскохозяйственных загрязнений (в том числе удобрений) изменяются свойства почвы и почвообразовательные процессы, влияющие на потенциальное плодородие, снижает-

ся технологическая и питательная ценность сельскохозяйственной продукции и т. д. Продолжается использование тяжелых тракторов, которые травмируют почву и причиняют ей непоправимый ущерб.

МЕЛИОРАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

В последние два десятилетия значительным потребителем воды стало сельское хозяйство, и прежде всего орошаемое земледелие, на которое приходится до 90% общего забора воды отраслью. Мировой опыт свидетельствует о том, что водные мелиорации являются эффективной формой интенсификации земледелия.

Орошаемое земледелие в южных районах, где агроклиматический потенциал в 5—7 раз выше, чем в северных, может обеспечить резкое снижение капитальных вложений, более высокую производительность труда, меньшую энергоемкость, сократить затраты на объекты инфраструктуры. Наконец, водные мелиорации при правильном научном их проведении по сути своей являются эффективным приемом коренного изменения неблагоприятных природных условий, повышения биологической продуктивности земель, улучшения условий жизни человека.

Однако практика последних лет показала, что эти потенциальные возможности используются слабо, урожай почти на половине орошаемых земель остается низким. Причины этого кроются в общем низком уровне организации сельскохозяйственного производства, отсутствии мелиоративной службы в хозяйствах, несовершенстве экономических стимулов и рычагов, внутрихозяйственного хозрасчета. Сказываются и техническое несовершенство значительной части строительных систем, низкий уровень их эксплуатации, неудовлетворительно поставленный учет воды, бесплатность водопользования, в результате чего непроизводительно теряется около четверти водных ресурсов, забираемых на орошение.

Не так давно бытовало устоявшееся мнение: если Каракумам дать воду, из пустыни можно сделать цветущий сад. Ведь в пустыне родит не земля, а вода. И вот пришла вода. Голубой стрелой прорезал пустыню на 1266 км Каракумский канал. И что же? В поселках на берегу канала вода плещется в подвалах домов, выходят из строя коммуникации, заваливаются из-за просадки грун-

тов здания, гибнут сады и виноградники. Деревья сохнут... от воды. Сохнут в долинах, веками ее ждавших.

Почему это происходит? Почему многие поля, когда-то хорошо плодоносившие, сегодня пусты и, словно снегом, покрыты солью? Что ни год, все ближе поднимаются к поверхности грунтовые воды, вынося с собой «белый яд», как называют соль земледельцы. Уже 280 тыс. га орошаемой пашни Туркменистана требуют неотложного спасения. По данным мелиоративного кадастра, земля эта на грани выхода из оборота. Стоит промедлить с обновлением — вдесятеро большими затратами обернется восстановление этих земель. Ситуация тревожная еще и потому, что Туркмения оказалась у той «черты», когда выход земли из оборота стал превышать количество ежегодно вводимых площадей.

Специалисты подсчитали: объемы накопителей дренажных вод уже превысили объемы водохранилищ. И не в одной Туркмении. Во всей Средней Азии 30—40% воды, идущей на поля орошения, сбрасывается в виде ненужных отходов в пустыню. Только в Туркменистане ежегодно уходит в песок Каракумов около десяти кубокилометров дренажных вод. Почти половина того, что берут из Амударьи.

В погоне за валом, дутой славой безудержно расширились посевные площади под хлопчатником. При этом игнорировались жизненные интересы людей, падало плодородие земель, осложнялась экологическая обстановка. Это был результат авантюрного хозяйствования, грубого административного давления. Монокультура, словно спрут, опутала сельское хозяйство. Резко сократить площади под хлопчатником, мгновенно переориентировать земледелие на выращивание продовольственной, в основном плодоовощной, продукции трудно. К тому же, помимо волокна, сырец дает ежегодно около 500 тыс. т растительного масла, свыше миллиона тонн шротов, большое количество других белковых кормов для животноводства.

Ключ к решению задачи — не массовая и торопливая перестройка структуры посевов, хотя серьезные изменения здесь необходимы, а правильная мелиорация, качественное улучшение земли, умелое использование каждого поливного гектара. Отдача сельского труда пока крайне низка, велики потери продукции. Необходимо рациональное сочетание культур. Если в период бума

доля хлопчатника в общей площади орошаемой пашни достигала 75%, а кое-где и более, то за один год она снизилась до 69%. Разрабатывается научная концепция развития земледелия. Без дальнейшего высвобождения площадей из-под хлопчатника не обойтись. В первую очередь он выводится с низкоурожайных и сильно засоленных почв, а также крутых склонов и предгорий, где эта культура себя не оправдывает.

Экосистема аридных (засушливых) земель очень чутко реагирует на самые незначительные изменения. Любой непродуманный шаг в ее освоении вызывает множество негативных явлений, которые грозят необратимыми последствиями. Например, неправильное использование воды для орошения: лили воду на поля без меры и счета, не заботясь о дренаже для отвода «лишней» влаги, и в результате поднялся уровень грунтовых вод, засолилась почва, поле перестало давать урожай. Вот цепочка опустынивания: пустыня — неправильно орошаемая земля — мертвая зона.

Без орошения, конечно, нельзя. Край богат всем, что нужно для выращивания наиболее ценных сортов хлопчатника, самых лучших и сахаристых фруктов и винограда. Причем урожай некоторых культур можно собирать дважды в год. Не зря у туркмен есть пословица: «Воткни в землю палку, и она будет расти». При условии, конечно, что найдется влага для полива. А ее надо беречь. Необходимо шире внедрять прогрессивные методы орошения, например, капельное, при котором ни одна капелька воды не пропадает зря и не портится почва. Есть немалые резервы экономии у работников сельского хозяйства и при существующих оросительных системах.

Если же говорить о комплексном использовании дренажных вод, то решение проблемы видится в улучшении технологии водопользования. Она должна быть такой, чтобы ту же дренажную воду можно было использовать повторно. Если нормально действуют коллекторно-дренажные сети, если количество солей на литр воды не превышает нормы, ничего не мешает создать систему водоемов с прудовым хозяйством. Воду, которая уходит с полей в пески, можно вновь использовать для полива.

Необходим пересмотр стратегии водопользования, переход на более совершенные, интенсивные методы обработки почвы. Следует не забирать из рек воду,

а удерживать ту, что уже есть в земле. Из пяти капель, упавших на почву, ни одна не задержится в ней, все они в процессе испарения вскоре вернутся в атмосферу. И лишь шестая капля пополнит ближайший ручей. Вот этой-то капель и заняты мелиораторы, осушая и орошая все подряд. словно не существует десятков других методов, которые позволяют сохранить влагу в земле, — безотвальная вспашка, лесозащитные полосы, снегозадержание. А речную воду надо экономить и платить за нее в зависимости от качества. Даровое — не значит бесплатное.

При недостаточном учете природных гидрогеологических и инженерно-геологических условий или несовершенстве мелиоративных работ может возникнуть ряд отрицательных последствий: вторичное засоление почв и грунтовых вод, подтопление и заболачивание территорий, активизация эрозионных, оползневых, просадочных и карстово-суффузионных процессов. Это определяет необходимость опережающих гидрогеологических и инженерно-геологических исследований с прогнозом водно-солевого режима и баланса почв и грунтовых вод, а также рекомендациями по предотвращению негативных последствий мелиорации. В частности, большую эффективность, особенно в аридной зоне, показало выполнение рекомендаций по устройству систем вертикального дренажа, позволяющего избежать засоления почв и грунтовых вод.

В настоящее время принимаются решительные меры, которые позволят устранить перечисленные негативные последствия непродуманных хозяйственных мероприятий. Намечено до конца текущего столетия реконструировать оросительные системы на площади около 10 млн га, составляющие половину всех орошаемых земель. Будет осуществлен комплекс мер по сокращению потерь воды, по улучшению ее учета и управления водораспределением. Суммарный эффект водосбережения составит более 34 км³ воды, что эквивалентно стоку такой реки, как Сырдарья. Одновременно запланировано строительство новых оросительных систем на площади около 10 млн га, в результате чего потребность в воде должна возрасти примерно на 35—40 км³, или на 20%.

На период до 2000 г. намечена широкая программа водосберегающих мероприятий, обеспечивающих снижение удельного водопотребления на единицу продукции

в орошении на 44%. В ряде развитых стран мира берется курс на снижение расхода водных ресурсов на единицу конечного продукта. Работы в этом направлении проводятся в Институте ботаники АН Таджикистана.

Мы живем на дне воздушного океана. Но ведь столь же справедливо было бы сказать, что мы живем на дне парового котла, хотя это не так очевидно. Даже в самых жарких пустынях воздух не бывает абсолютно сухим. Сколько же воды в атмосфере? Специалисты считают — от 13 до 15 тыс км³. Стоит напомнить — во всех реках земного шара ее на порядок меньше — 1200 км³. В сущности, над нашей головой текут невидимые небесные реки, во много крат полноводнее земных. В круговороте воды активно участвует почва. И присутствие влаги в ней нельзя объяснить только фильтрацией. Растения всегда расходуют больше воды, чем получают с поливом. В институте был поставлен опыт с 10—17-летними деревьями грецкого ореха и яблонями. Положенную вокруг них пленку сверху засыпали сплошным слоем почвы толщиной 3—5 см. В результате этой простой процедуры сорняки под деревьями на протяжении четырех лет опыта не появлялись, а деревья не требовали ухода. Несмотря на то, что с помощью пленки удалось повысить уровень влажности только в верхнем полуметровом слое, рост деревьев грецкого ореха увеличился примерно в два с половиной раза по сравнению с контрольным. А каждая яблоня дала дополнительно 10—15 кг яблок.

Теплорегулирующая обработка почвы позволит резко поднять продуктивность растений. Мы не сможем без полива вырастить в пустыне рис или хлопок, но 3—5 кустов саксаула или полыни там, где раньше рос один, безусловно сможем. А это позволит расширить зимние пастбища, увеличить производство мяса. Следовательно, открываются перспективы резко повысить производительность различных земельных угодий, не нарушая природного равновесия.

Таким образом, важно понять, что рациональность природопользования именно в том и состоит, чтобы включиться в естественный кругооборот, а не замысливать гигантские проекты, вроде переброски рек.

ЭРОЗИЯ ПОЧВ И БОРЬБА С НЕЙ

Издавна бедой для земледельца была и пока еще остается эрозия почв. Современной науке удалось в

определенной мере выявить закономерности проявления этого грозного явления, наметить и осуществить практические меры по ликвидации последствий эрозии.

Слово «эрозия» происходит от латинского — *erosio*, что означает «разъедать», «выглаживать» или «выгрызть». В зависимости от факторов, обуславливающих развитие эрозии, выделяют два основных ее типа — водную и ветровую. В свою очередь, водная эрозия подразделяется на поверхностную (плоскостную) и линейную (овражную) — размыв почвы и подпочвы.

Сельскохозяйственное производство на значительной части территории ведется в сравнительно неблагоприятных климатических и почвенно-гидрологических условиях. Бичом его являются эрозия почв и засуха. Эрозия — естественный геологический процесс, который нередко усиливается неосмотрительной хозяйственной деятельностью. Более 50% сельскохозяйственных угодий и до 70% пашни эродировано или эрозионно опасно. На таких землях урожайность снижается на 10—30%, а порой и до 90%. Оврагами разрушено огромное количество земель. За счет роста их площадь пашни ежегодно сокращается на десятки тысяч, а площадь смытых земель увеличивается на сотни тысяч гектаров.

Приход весны всегда радует — пробуждается от зимнего сна природа, тают снега и сначала маленькие ручейки, а затем шумные речушки, набирая силу, устремляются вниз по склонам, в пониженные места, смывая и унося с собой оттаявшую почву. Стекающие потоки воды, особенно при бурном снеготаянии, вымывают в почве промоины, дающие начало процессу образования оврагов.

Разветвленные щупальца оврагов, веером расходящиеся в обе стороны от центрального его «стержня» — балки, заставляют отступать поля, луга, перерезают дороги, мешают проводить линии электропередач и связи. Нередко длина балок достигает десятков километров, а оврагов — нескольких километров. Вовремя не остановленный овраг растет вглубь и вширь, унося с полей все больше и больше плодородной земли.

Чаще всего овраги зарождаются на склоновых пастбищах с сильно изреженным травостоем. В то же время там, где хорошо развит травостой, даже на очень крутых склонах новые овраги, как правило, не образуются. С другой стороны, создание хорошего расти-

тельного покрова способствует резкому повышению продуктивности всех земель. Однако в большинстве случаев это важное средство защиты почв от эрозии и пропадания кормов общественного животноводства используется недостаточно и не может противостоять ветровой эрозии.

Сильный ветер поднимает тучи пыли, почвы, песка и мчит их над широкими степными просторами. На земле, на полях эта пыль оседает толстым слоем, иногда целыми кучами до 2—3 м высотой. Дороги, деревья, крыши домов — все покрывается слоем пыли. Гибнут посевы и сады. Ветер выдувает слой почвы на 16—25 см, поднимает ее на высоту 1—3 км и переносит на огромные расстояния.

Неоднократно уже фиксировался перенос пыльных бурь с Африканского континента на Американский. Пыльные бури легко пересекают Каспийское море. После пыльной бури, которая разразилась на Северном Кавказе и Восточной Украине, частицы почвы были обнаружены на снегу Финляндии, Швеции, Норвегии. Пыльные бури часто поражают Украину, Нижнее Поволжье, Северный Кавказ, Среднюю Азию. В некоторые годы они становятся настоящим стихийным бедствием.

Отличие ветровой эрозии от водной выражается в том, что первая не связана с условиями рельефа. Если водная эрозия наблюдается при уклоне больше $0,5^\circ$, то ветровая обнаруживается и на совершенно выровненных площадках. Перемещение продуктов эрозии ветром происходит не только вниз по уклону, но и вверх, тогда как при водной эрозии продукты разрушения перемещаются только сверху вниз.

Эти два типа эрозии различаются тем, что при ветровой происходит только механическое выдувание элементов почвы, а при водной они не только смываются, но и одновременно растворяются в текущей воде. В результате при интенсивной эрозии снижается плодородие почвы и повреждаются посевы. Промоины, рытвины, овраги превращают сельскохозяйственные угодья в неудобные земли, затрудняют обработку полей. Смываемый слой почвы выносится в реки и водоемы и вызывает их заиливание. Эрозия приводит к разрушению дорог, линий связи, электропередач и других коммуникаций.

Разрушительная эрозия возникает и развивается, когда почва не защищена или слабо защищена культур-

ными сельскохозяйственными растениями от воздействия (ударов) дождевых капель, ливневых струй и талых вод. Поэтому чем дружнее всходы и чем быстрее развиваются и смыкаются культурные растения, тем лучше защищена почва от разрушающего воздействия воды и ветра. В настоящее время ускоренная эрозия почв представляет собой самое тяжелое последствие вторжения человека в окружающую его природную среду.

В результате эрозии в почвах уменьшается содержание азота и усвояемых растениями форм фосфора и калия, изменяется и содержание ряда микроэлементов (йода, меди, цинка, кобальта, марганца, никеля, молибдена), от которых зависит не только урожай, но и качество сельскохозяйственной продукции. Недостаток ряда микроэлементов в почве может вызывать различные заболевания у людей и животных.

Эрозия способствует возникновению засухи, так как значительная часть осадков стекает со склонов. Кроме того, на эродированных почвах с плохими физическими свойствами увеличивается потеря влаги на испарение с поверхности почвы и на транспирацию влаги растениями. Поэтому засуху в районах проявления эрозии нередко называют «эрозионной засухой».

В связи со смывом минеральных элементов питания растений, усилением почвенной засухи, ухудшением физических свойств почв, снижением их биологической активности на склонах с эродированными почвами резко снижается урожай возделываемых культур.

Особенно большой вред почвам наносит многократная механическая обработка: вспашка, культивация, боронование и т. д. Все это усиливает ветровую и водную эрозию. На смену традиционным методам обработки почв постепенно приходят почвозащитные методы с заметно меньшим объемом механической обработки. Почва в результате такой щадящей обработки становится идеальной: она не уплотняется, становится в достаточной степени рыхлой, с многочисленными небольшими ходами. Они способствуют проветриванию почвы и быстрому отводу дождевой воды после сильных ливней, благодаря чему застойная влага не образуется. При вспашке такая структура была бы разрушена.

Отказ от плуга дает большие преимущества, так как в сберегаемой от разрушения почве вдесятеро больше дождевых червей. А поскольку при такой обработке земля может впитывать влагу в больших количествах

и отводить ее излишки, почва не вымывается и не выветривается.

Чтобы тяжелые трактора не уплотняли и не разрушали почву своими колесами их «обувают» в особые шины низкого давления. Шины на тракторах, получившие название «терра», достигают одного метра в ширину и благодаря этому лишь слегка придавливают почву, не уплотняя ее. Структура почвы при этом не нарушается и ее плодородие остается высоким. Имея такие шины, можно выезжать в поле даже тогда, когда на машине с обычными шинами это невозможно, например, из-за раскисшей от дождей земли, в которой обычные шины оставляют глубокие колеи. Фермер, владеющий техникой с широкими шинами «терра», имеет возможность обрабатывать свои поля в необходимые сроки и тем самым экономить время. С обычной же техникой приходится выжидать, когда земля подсохнет, чтобы машины не завязли в ней.

В экологических целях минеральное масло в гидравлических системах механизмов лучше заменять рапсовым, которое хотя и дороже, но лучше качеством и служит в два раза дольше. К тому же в отличие от минеральных масел оно не загрязняет почву и грунтовые воды, так как биологически разлагается в течение 5 дней. Такое «биомасло» производит финская фирма «Райзно».

Почвозащитные севообороты. Почвозащитное влияние севооборотов определяется в основном составом культур, их чередованием и агротехникой возделывания. В почвозащитных севооборотах исключают пропашные культуры, так как они слабо защищают почву от смыва, особенно весной и в начале лета, и увеличивают посевы многолетних трав, а также промежуточных посевных культур, которые хорошо защищают почву от разрушения в эрозионно опасные периоды и являются одним из лучших способов окультуривания эродированных почв.

На склонах крутизной до 3—5° со слабо- и средне-смывными почвами, где опасность проявления эрозии увеличивается, предпочтение в севооборотах отдают травам и однолетним культурам сплошного сева. На более крутых склонах (крутизна 5—10°), в основном со средне- и сильносмывными почвами, в севооборотах увеличиваются посевы многолетних трав и промежуточных культур, которые хорошо защищают почву от эрозии.

Агротехнические противоэрозионные мероприятия. Почвы на склонах резко отличаются от почв на равнинных участках, поэтому и приемы земледелия в первом случае должны иметь специфический характер.

Наиболее простыми мероприятиями по регулированию поверхностного стока талых вод, не требующими дополнительных затрат, являются вспашка, культивация и рядовой посев сельскохозяйственных культур поперек склона, по возможности параллельно основному направлению горизонталей.

Один из наиболее эффективных почвозащитных приемов на склоновых землях при зяблевой обработке почвы — замена отвальной вспашки обработкой без оборота пласта с сохранением на поверхности обрабатываемого поля мульчирующего слоя из стерни, растительных и пожнивных остатков.

Лесомелиоративные противоэрозионные мероприятия. Основными лесомелиоративными противоэрозионными мероприятиями являются: создание водорегулирующих (водопоглощающих) лесополос в малолесных районах, а также водоохраных лесных насаждений вокруг прудов и водоемов, сплошные противоэрозионные лесопосадки на сильно эродированных крутосклонных и бросовых землях, не пригодных для использования в сельском хозяйстве.

Водорегулирующие лесополосы предназначены для перевода поверхностного стока во внутрипочвенный, распыления концентрированных струй водного потока, уменьшения их скорости и осаднения мелкозема. Они закладываются на эродированных склонах, используемых под сельскохозяйственные культуры. Количество лесополос и расстояние между ними зависят главным образом от крутизны и длины склона: с увеличением крутизны расстояние между лесополосами уменьшается. Располагают водорегулирующие лесополосы вдоль горизонталей. Ширина полос должна быть не менее 12,5 м. Их формируют из высокоплотных насаждений (с шириной междурядий не более 1,5—2 м). Сокращение или прекращение смыва почвы и улучшение водного режима водорегулирующими полосами повышают продуктивность сельскохозяйственных угодий в 1,5—2 раза.

Водоохраные лесные насаждения вокруг прудов и водоемов создаются для защиты берегов от разрушения, водоемов — от заиления продуктами эрозии. В среднем

ширина водоохранных лесных насаждений (полос) вокруг прудов и водоемов в зависимости от крутизны склона и механического состава почвы колеблется в пределах 10—20 м.

На склонах, сложенных гравийно-хрящеватыми и песчаными породами, выращивают густые одноярусные сосновые насаждения с кустарниковым подлеском из азотособирателей (амфора, акация желтая и др.).

Лесомелиоративные противоовражные мероприятия используют для приостановления роста и закрепления действующих оврагов с целью перевода поверхностного стока во внутрипочвенный, увеличения противоэрозионной устойчивости почвы, распыления поверхностного стока и кольматации твердого материала. Лесомелиоративные почвозащитные насаждения повышают эффективность всех мероприятий единого противоэрозионного комплекса.

Применяются два вида насаждений: а) приовражные, прибалочные и надвершинные лесонасаждения; б) облесение сетевого фонда — дна и откосов оврагов и балок.

Приовражные лесомелиоративные насаждения создаются вдоль бровок и над их вершинами в виде лесополос и сплошных (надвершинных) насаждений для перехвата стоковых вод и скрепления почвенного грунта корневыми системами с целью замедления или полного прекращения роста оврагов. Ширина приовражных и прибалочных лесных полос устанавливается не менее 15 м; они размещаются на расстоянии 2—5 м от бровки оврага или балки. Ширина их должна соответствовать ширине водоподводящих ложбин, протяженность зависит от площади водосбора.

Сплошное облесение проводится на откосах оврагов крутизной 8° и более, а также на берегах балок (лощин), которые мало пригодны для луговых и пастбищных угодий. Облесение откосов оврагов проводится только в том случае, когда откосы сформировали устойчивый профиль, т. е. приняли угол естественного откоса не более 32° на суглинках и 26° на супесях. Потухшие овраги, покрытые травянистой растительностью, подвергаются облесению либо непосредственно, либо с определенным террасированием.

Лесные насаждения на дне оврагов позволяют избежать дальнейшего их углубления. На ранней стадии

развития дно оврага узкое, и облесение произвести трудно, поэтому первоначально устраивают запруды, а затем дно закрепляют влаголюбивыми быстрорастущими породами деревьев.

Наряду с агротехническими и лесомелиоративными мероприятиями для борьбы с овражной эрозией устраивают гидротехнические сооружения. С их помощью производится задержание, отвод и безопасный сброс той части атмосферных осадков, которую не удастся задержать на прилегающих к оврагам полях агротехническими и лесомелиоративными приемами.

По назначению гидротехнические сооружения подразделяются на задерживающие стоковые воды на приовражной полосе; осуществляющие безопасный сброс поверхностных вод в овраги; укрепляющие дно и откосы оврага от дальнейшего размыва и разрушения.

Воды на приовражной полосе задерживаются за счет устройства системы водозадерживающих валов, перехватывающих у самого оврага ту часть поверхностных вод, которая не была задержана на водосборе. Водозадерживающие валы сооружают параллельно горизонталям поверхности на расстоянии не менее 15 м от вершины растущего оврага или эродированного склона. Чтобы предотвратить сброс всей воды при одиночном прорыве, через 50—150 м под прямым углом к оси вала устраивают перемычки, а для сброса незадержанного стока — водосливы.

Для сооружения водозадерживающих валов и перемычек более пригодны суглинистые грунты. Грунт для сооружения вала берется с участка, расположенного выше места заложения вала. Высота вала в зависимости от крутизны склона и объема стока может быть от 1,3 до 3 м. Валы укрепляют посевами многолетних трав и люпина. На территории между вершиной и валом высаживают корнеотпрысковые лесные породы.

Чтобы сбрасываемые в овраг воды не размывали его дно, в русле оврага устраивают систему поперечных стенок, которые разбивают продольный профиль дна на ряд террас, имеющих безопасный в отношении размыва уклон, с вертикальными уступами между ними. Поперечные стенки на дне оврага могут быть каменными, бетонными, деревянными, плетневыми. Деревянные и плетневые запруды применяются только в небольших оврагах, так как срок их действия не превышает двух-

трех лет. Закрепленные овраги, превращенные в задерживающую балку, используют в сельском хозяйстве. Богатое илистыми отложениями дно отводят под искусственные луга, а откосы — под древесные насаждения или ягодники.

Поверхностный сток на крутых склонах возвышенностей регулируется путем создания террас: напашных — на склонах крутизной 7—12° и нарезных — на склонах 12—35°. Напашные террасы делают обычными плугами, нарезные (выемочно-насыпные) — бульдозерами. Благодаря террасированию склонов поверхностный сток переводится во внутрипочвенный.

ЗАКОНЕ О ЗЕМЛЕ И ОХРАНЕ ПОЧВ

✓ Основы государственного законодательства о земле определяют правовые, экономические и организационные принципы земельных отношений и направлены на создание условий для рационального использования земель, воспроизводства плодородия почв, охраны земельных ресурсов, равноправного развития всех форм хозяйствования на земле, соблюдения прав и обязанностей землевладельцев и землепользователей, оптимального территориального размещения производительных сил, сохранения и улучшения природной среды.

✗ В соответствии с целевым назначением все земли подразделяются на:

- сельскохозяйственные угодия;
- территории населенных пунктов (городов, поселков городского типа и сельских населенных пунктов);
- площади, занятые промышленностью, транспортом, связью и другими несельскохозяйственными объектами;
- природоохранные, рекреационные и оздоровительные территории;
- лесной фонд;
- водный фонд;
- запасы.

✓ Земля является достоянием народов, проживающих на данной территории.

✓ Изъятие особо ценных продуктивных земель, определенных в соответствии с уровнем кадастровой оценки для данного региона, а также земель, занятых особо охраняемыми природными и историко-культурными

объектами, не допускается. Перечень таких земель устанавливается законодательством. (— — —)

Изыятие земель пригородных и зеленых зон, а также опытных полей научно-исследовательских учреждений и учебных заведений и лесов первой группы для государственных и общественных нужд допускается только в исключительных случаях в порядке, устанавливаемом законодательством.

Предприятия, учреждения и организации, заинтересованные в изъятии земельных участков, обязаны до начала проектирования согласовать с землевладельцами и землепользователями, а также с местными административными органами место размещения объекта, примерный размер участка и условия его отвода с учетом обеспечения комплексного развития территории. Финансирование проектных работ до предварительного согласования не допускается.

Землевладение и землепользование являются платными. Плата за землю взимается в формах земельного налога или арендной платы, определяемых в зависимости от качества и местоположения земельного участка. Порядок и ставки налогообложения устанавливаются государственным законодательством. Арендатор выплачивает арендную плату, размер которой устанавливается по соглашению сторон в порядке и пределах, определяемых государственным законодательством.

Плата за земли лесного фонда взимается в составе платы за пользование лесами.

От платы за землю освобождаются заповедники, национальные и дендрологические парки, а также учреждения, организации, коллективы и граждане, получившие во владение или пользование нарушенные или малопродуктивные земли.

На землях населенных пунктов при переходе права собственности на строение (здание, сооружение) переходит соответственно и право владения либо пользования земельным участком или его частью в порядке и на условиях, устанавливаемых государственным законодательством.

Земли сельских населенных пунктов находятся в ведении сельских Советов народных депутатов. Правовой режим земель сельских населенных пунктов определяется специальным законодательством.

Землями промышленности, транспорта, связи и ино-

го несельскохозяйственного назначения признаются земли, предоставленные в пользование соответствующим предприятиям, организациями и учреждениям для осуществления возложенных на них задач.

Размеры земельных участков, предоставляемых для указанных целей, определяются в соответствии с утвержденными в установленном порядке нормами и проектно-технической документацией, а отвод участков осуществляется с учетом очередности их освоения.

Порядок использования земель промышленности, транспорта, связи и иного несельскохозяйственного назначения определяется государственным законодательством.

К землям природоохранного, рекреационного и оздоровительного назначения относятся территории заповедников, национальных и дендрологических парков, ботанических садов, курортов и других аналогичных объектов. Порядок использования указанных земель также определяется государственным законодательством.

Землями лесного фонда признаются территории, покрытые лесом, а также не покрытые лесом, но предназначенные для нужд лесного хозяйства.

К землям водного фонда относятся земли, занятые водоемами, гидротехническими и водохозяйственными сооружениями, а также полосы отвода по берегам водоемов.

Порядок пользования землями лесного и водного фонда также определяется государственным законодательством.

Все земли, не представленные во владение и долгосрочное пользование, являются землями запаса. Они находятся в ведении территориально-административных органов и предназначаются для представления во владение, пользование и аренду.

Убытки, причиненные изъятием или временным занятием земельных угодий, участков, а также ограничением прав землевладельцев и землепользователей, или ухудшением качества земель при установлении охраняемых, санитарных и защитных зон вокруг промышленных, транспортных и других объектов, подлежат возмещению в полном объеме землевладельцам, землепользователям и арендаторам, понесшим эти убытки.

Возмещение убытков производится предприятиями, учреждениями и организациями, которым отведены изы-

маемые земельные участки, а также предприятиями, учреждениями и организациями, деятельность которых связана с необходимостью установления охранных, санитарных и защитных зон, в порядке, устанавливаемом действующим законодательством.

Потери сельскохозяйственного и лесохозяйственного производства, вызванные изъятием сельскохозяйственных угодий и земель лесного фонда для использования их в целях, не связанных с ведением сельского и лесного хозяйств, ограничением прав землевладельцев и землепользователей или ухудшением качества земель при установлении охранных, санитарных и защитных зон вокруг промышленных, транспортных и других объектов, подлежат возмещению местным органам власти.

Указанные потери возмещаются предприятиями, учреждениями и организациями, которым отводятся изымаемые сельскохозяйственные угодья и земли лесного фонда для нужд, не связанных с ведением сельского и лесного хозяйства, а также предприятиями, учреждениями, вокруг объектов которых устанавливаются охранные, санитарные и защитные зоны с исключением из оборота сельскохозяйственных угодий и земель лесного фонда или переводом их в менее ценные угодья.

Средства, поступающие в порядке возмещения потерь, используются для освоения новых земель и повышения плодородия почв. Размеры и порядок определения подлежащих возмещению потерь устанавливаются государственным законодательством.

Охрана земель включает систему организационных, экономических, правовых, инженерных и других мероприятий, направленных на защиту земель от расхищения, необоснованных изъятий из сельскохозяйственного оборота, нерационального использования, вредных антропогенных и природных воздействий в целях повышения эффективности природопользования и создания благоприятной экологической обстановки.

Охрана земель и их рациональное использование осуществляются на основе комплексного подхода к угодьям, как к сложным природным образованиям (экосистемам), с учетом их зональных и региональных особенностей.

Система рационального использования земель должна носить природоохранный ресурсосберегающий характер и предусматривать сохранение почв, ограничение

воздействий на растительный и животный мир, геологические породы и другие компоненты окружающей среды.

Охрана земель предусматривает:

- защиту земель от водной и ветровой эрозии, селей, от подветровой эрозии, подтопления, заболачивания, вторичного засоления, иссушения, уплотнения, загрязнения отходами производства, других процессов разрушения;

- рекультивацию нарушенных земель, повышение их плодородия и других полезных свойств;

- снятие и сохранение плодородного слоя почвы, с тем чтобы использовать его для рекультивации земель или повышения плодородия малопродуктивных угодий;

- установление особых режимов пользования для земельных участков, имеющих природоохранное и историко-культурное значение.

Все землевладельцы, землепользователи и арендаторы, независимо от форм и сроков использования земель, осуществляют работы по защите и повышению качества земель за счет собственных средств и несут ответственность за ухудшение экологической обстановки на своем земельном участке и сопряженной территории, связанное с их деятельностью.

Землевладельцы, землепользователи и арендаторы имеют право получать вознаграждение за улучшение качества земель и повышение плодородия почв из специальных фондов, создаваемых местными органами власти, и других источников.

Главная задача государственного и общественного контроля за сохранением, состоянием, использованием и охраной земель заключается в обеспечении соблюдения всеми государственными, кооперативными и общественными предприятиями, организациями и учреждениями, а также гражданами требований земельного законодательства в целях эффективного использования и охраны земель.

Порядок осуществления контроля за состоянием, использованием и охраной земель устанавливается действующим законодательством.

Общественный земельный контроль осуществляется общественными организациями. Порядок проведения контроля регулируется уставами общественных организаций.

Для нормального функционирования службы по кон-

тролю за правильным использованием земель следует на всех сельскохозяйственных угодиях осуществлять мониторинг земель и соблюдать государственный земельный кадастр.

Мониторинг земель представляет собой систематическое наблюдение за состоянием земельного фонда для своевременного выявления динамики и устранения негативных процессов и тенденций. Мониторинг земель состоит из системы данных о распределении земли по владельцам и пользователям, о продуктивности земельных ресурсов, деградации почв, загрязнении земель.

Само понятие мониторинга охватывает широкий круг факторов и явлений, изучаемых в динамике. Сюда относятся трансформация угодий, изменение факторов и явлений, влияющих на производительную способность почв (засоление, эродирование и т. д.), экологические изменения (динамика радиации, загрязнение почв, грунтовых вод и водоемов пестицидами и т. д.). Данные мониторинга представляются всем органам государственного и общественного контроля. Структура мониторинга и порядок его осуществления устанавливаются Кабинетом Министров Республики.

Государственный земельный кадастр предназначен для обеспечения Советов народных депутатов, а также землевладельцев, землепользователей и арендаторов информацией о состоянии земель в целях организации их рационального использования и охраны, совершенствования управления земельными ресурсами и обоснования размеров платы за землю. Он представляет собой систему необходимых и обоснованных сведений о правовом режиме земель, их природном и экологическом состоянии.

Формирование этих сведений обеспечивается следующими подсистемами государственного земельного кадастра: регистрация землевладений и землепользований; количественный и качественный учет земель; бонитировка почвенного покрова и природно-технологических свойств земли; экономическая (денежная) оценка земель. Государственный земельный кадастр ведется за счет средств государственного бюджета. Порядок ведения кадастра устанавливается Кабинетом Министров Республики.

Землеустройство включает систему мероприятий, на-

правленных на охрану и рациональное использование земли, и предусматривает:

- проведение топографо-геодезических, картографических, почвенных, геоботанических, экологических и других обследований;

- разработку генеральных схем использования и охраны земельных ресурсов, схем землеустройства областей (краев) и административных районов; составление проектов, связанных с охраной и использованием земель;

- составление проектов образования новых и упорядочения существующих землепользований с устранением неудобств в расположении земель, отвод земельных участков в натуру;

- разработку проектов внутрихозяйственного землеустройства для землевладельцев, землепользователей и арендаторов;

- обоснование размещения и определение на местности территорий с особыми природоохранными, рекреационными и заповедными режимами.

Землеустройство осуществляется государственными землеустроительными организациями за счет средств бюджета в порядке, установленном действующим законодательством.

Новый Закон о земле устанавливает плату на землю на основе земельного кадастра. Что получено даром, бесплатно, то не ценится. И это одна из причин бесхозяйственного, даже преступного отношения к земле.

Закон о земле предусматривает строгий государственный контроль за использованием и сохранностью земель. В тех странах, где земля в значительной мере является частной собственностью, за ее сохранностью установлен жесткий контроль со стороны государства. И если фермер не соблюдает необходимых требований по сохранению земли и умножению ее плодородия, он по закону лишается права собственности.

В деле защиты земель большая роль принадлежит общественности. Активисты общества охраны природы выявляют и вовлекают в хозяйственный оборот слабо или вовсе не используемые, но пригодные для этих целей земли. А их немало. Это и свободный приусадебный фонд, и площади около полевых станов, ферм, и излишки дорожной сети. Из года в год по решению общества охраны природы проводится смотр рационального

использования земель, повышения плодородия почв. Землю человек не создавал. Ее создала природа. На формирование этого тоненького слоя почвы, на котором зиждется жизнь всего человечества, природа затратила миллионы лет. Беречь землю — это значит разумно, по-хозяйски ее использовать, сохранять и украшать во имя нынешнего и будущих поколений.

Контроль за загрязнением почвы. В стране ведется тщательный контроль загрязнения почв сельскохозяйственных районов, ближайшего окружения городов и промышленных объектов, а также на фоновом уровне. Большое значение имеет контроль за фоновым загрязнением почвенного покрова, так как фоновое загрязнение отражает общее глобальное загрязнение атмосферы и, как следствие этого, почвы.

В почвах сельхозугодий контролируются все применяемые пестициды: гексахлорциклогексан, гранозан, полихлорпропилен, метафос, цирам, севин, гептахлор, карбатион и др. Их содержание определяется сразу после обработок, а также в последующее время, чтобы узнать скорость разложения. Продолжается также контроль за содержанием ДДТ, хотя и запрещенным к применению, но из-за своей стойкости еще присутствующим в почвах и продолжающим загрязнять сельскохозяйственную продукцию. Почвы территорий, прилегающих к городским и промышленным комбинатам, контролируются на содержание в них тяжелых металлов, бенз(а)пирена и других токсичных веществ.

Важное значение для понимания процессов загрязнения почв, особенно в результате атмосферного переноса, имеет изучение поступления загрязняющих веществ, их потока на поверхность земли. С этой целью систематически контролируется загрязнение атмосферных осадков. Загрязнение снежного покрова служит важным источником информации, так как после таяния снегов загрязняющие вещества остаются на поверхности данного ландшафта. В более 5000 пунктов 2—3 раза в год отбираются пробы почвы и снега, а затем эти пробы анализируются на присутствие органических и неорганических загрязняющих веществ. По сути дела каждый раз создается карта распределения загрязнения огромных территорий. Эти данные служат ценным источником информации и используются при разработке и принятии мер по снижению загрязнения окружающей среды.

Контроль загрязнения почв обязательно осуществляется во всех районах с наиболее интенсивным применением средств химизации сельского хозяйства и крупных промышленных центров.

Постоянное технологическое патрулирование из космоса позволяет решать практические и исследовательские задачи. С орбиты можно вести слежение за всеми изменениями природной среды, вызванными как естественными факторами, так и антропогенными воздействиями. В области изучения биосферы — это слежение за пыльными бурями, ветровой и водной эрозией почв, аномальными ситуациями, в т. ч. резкими почвенными засухами или переувлажнениями тех или иных районов, очагами локального или регионального опустынивания, крупными лесными пожарами, вспышками численности вредителей и т. п.

Глава 5. ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА И ХИМИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

Растениям необходим азот и фосфор, калий и кальций, множество микроэлементов. Все почвы мира содержат в себе около 150 млрд т азота. Даже самые бедные дерново-подзолистые почвы в пахотном 20-сантиметровом слое содержат 2—4 т азота на гектар, а чернозем — 20—30 т. Казалось бы, азота в почве с избытком, а люди вносят и вносят азотные удобрения. Причина кроется в недостаточной доступности для растений различных его форм.

В естественном же распределении азота заложен главный смысл многолетнего плодородия полей. Медленно разлагаясь, труднодоступные соединения отдают азот постепенно, делают плодородие почв непрерывным. Медленное разложение гумуса является важным условием рыхлости и комковатости почвы, проницаемости ее для воды, воздуха и тепла.

В удобрениях азот вносится в виде солей аммония или нитратных солей в самой усвояемой для растений форме. Однако действие удобрений недолговечно. Уже на следующий год оно составляет едва 20% от первоначального. Долгое время считали, что главные потери азотных удобрений связаны с водным стоком, с водной

миграцией в реки и в подземные воды. Использование удобрений с азотом, меченым N^{15} , показало иную картину. На легких почвах в условиях высокой увлажненности, когда поля еще не заняты растениями, происходит выщелачивание соединений азота. Во всех остальных случаях потери азота происходят под действием бактерий — денитрификаторов, восстанавливающих азот до различных окислов и до молекулярной формы. Таким образом, с полей прямо в воздух улетучиваются миллионы тонн азота.

Знание законов жизнедеятельности в почве азота и других биогенных веществ позволяет строить основную стратегию увеличения плодородия земель, развивать бездефицитное земледелие. Сроки и количества внесения удобрений необходимо тонко балансировать. Удобрения должны доставаться именно растениям, а не наносить вред окружающей среде и здоровью людей. Ведь избыток биогенных веществ загрязняет окружающую среду, пресные воды, ведет к эвтрофикации водоемов и даже угрожает озоновому слою стратосферы.

На долю сельскохозяйственного производства приходится не менее половины связанного азота, поступающего в водоемы. Обогащение воды питательными элементами, в первую очередь связанным азотом, приводит к чрезмерному росту водорослей. Отмирая, они подвергаются анаэробному бактериальному разложению, что приводит к дефициту кислорода, к гибели рыбы и других водных животных.

Нитраты накапливаются выше допустимых норм не только в воде, но и в растениях. Если сами по себе нитраты не представляют опасности для здоровья человека и животных, то легко образующиеся из них нитриты высоко токсичны. В частности, они вызывают тяжелое заболевание крови у детей. Из нитритов могут образовываться нитрозамины, обладающие канцерогенным эффектом.

Менее опасны фосфорные удобрения. Ион фосфата мало подвижен, прочно закрепляется в почве и практически не токсичен для человека и животных. Опыты показали, что фосфор, внесенный с удобрением в почву, практически не вымывается из нее. Даже при поверхностном внесении вымывание фосфора не превышает 1% от внесенного. Основным источником загрязнения водоемов фосфором является не сельское хозяйство, а

промышленные и бытовые стоки. Доля сельского хозяйства в загрязнении вод фосфором не превышает 10—15%. Наиболее серьезным источником загрязнения этим элементом стали в последнее время моющие средства, содержащие полифосфаты. Значительное накопление фосфата в водоемах также способствует их эвтрофикации.

Специфическая особенность фосфорных удобрений заключается в том, что применение их в больших дозах приводит к накоплению в почве других нежелательных элементов: стабильного стронция, фтора, естественных радиоактивных соединений урана, радия, тория.

Третий основной элемент питания растений — калий — не оказывает существенно вредного влияния на окружающую среду. Однако с калийными удобрениями вносится много хлора, поступление которого в грунтовые воды также нежелательно.

Удобрения дополняют друг друга, усиливая воздействие на урожай того или другого растения. Вполне закономерен вопрос: чем отличаются органические удобрения от минеральных применительно к сельскохозяйственным растениям? Как из навоза, так и из минеральных удобрений растения усваивают азот, фосфор и другие элементы питания, но из навоза они могут усваиваться растениями только после его минерализации. Поэтому реальную экологическую угрозу представляют массированные навозные стоки с крупных животноводческих комплексов, загрязняющие почвы и природные воды, резко ухудшающие их физико-химическое и санитарное состояние и способствующие накоплению нитратов в растениях.

Экологически чистая технология рассматривает навоз как источник питательных веществ, способных к быстрой трансформации: во-первых — в полноценный белок животного происхождения, пригодный для кормления свиней, кур и прудовой рыбы, и во-вторых — в зернистое гумусное удобрение для полей, отличающееся непревзойденными качествами в смысле повышения плодородия почв и рентабельности их применения.

При переработке дождевыми червями тонны сухого навоза получается 600 кг сухого гумусного удобрения с содержанием от 25 до 40% гумуса, в котором имеется около 1% азота, столько же фосфора и калия, а также все другие микроэлементы, необходимые растениям.

Остальные 400 кг органических питательных веществ трансформируются в 100 кг полноценного белка в виде биомассы живых червей. Коэффициент перевода 3:1, то есть лучший из известных коэффициентов перевода питательных веществ в живую биомассу.

Способность дождевых червей превращать навоз и другие органосодержащие отходы и отбросы в полноценный белок и гумусное удобрение — это выгоднейшая операция. Ведь такие гранулированные гумусные удобрения превосходят навоз и компосты по содержанию гумуса в четыре-восемь раз. К тому же они не обладают инертностью действия и дают резкую прибавку урожайности. Вегетационный период у растений при этом сокращается на две-три недели, а плоды и овощи, выращенные с их применением, пригодны для длительного хранения.

Технология переработки навоза и прочих органико-содержащих отходов промышленных предприятий с помощью дождевых червей позволяет реанимировать почву, быстро повышать ее плодородие, возвращать устойчивость ее к водной и ветровой эрозии. Кроме того, это единственный способ рекультивации огромных площадей, стерилизованных и отравленных в свое время обезвоженным аммиаком и аммиачной водой.

Подкормки азотными удобрениями способствуют увеличению содержания белка в зерне пшеницы; изменяя фосфорное и калийное питание, получают больше крахмала в картофеле и сахара в свекле. Однако при использовании минеральных удобрений, особенно хлорсодержащих, возможно и ухудшение качества продукции. Чаще всего от них страдает картофель. Это явление известно давно и должно учитываться в практике земледелия, но повторяется из года в год из-за неграмотного использования удобрений.

Наука располагает достоверными данными о накоплении нитратов в овощах, которые были выращены на полях, получавших средние и даже низкие нормы минеральных удобрений или вообще не получавших их. Аккумуляции нитратов в этих случаях способствовали теплые и влажные условия выращивания растений, нарушение режимов освещения вегетирующих культур, а также повреждение и неправильное хранение готовой продукции. Внесение высоких норм навоза, что характерно для прифермерских полей, также приводит к нит-

ратному загрязнению не только растений, но и грунтовых вод, в том числе и той воды, которая используется для питья.

Кроме того, нужно учитывать, что фосфорные удобрения загрязнены кадмием, стронцием, фтором, другими элементами. Степень загрязнения фосфорных удобрений зависит прежде всего от качества сырья, служащего исходным материалом для их производства. Апатиты Кольского полуострова (Россия) представляют собой самое чистое для производства фосфорных удобрений сырье. В хибинских апатитах кадмия содержится всего 0,4—0,6 мг/кг, а в фосфатах, добываемых в США,—13, в Сенегале — до 70 мг/кг.

Потерю в качестве продукции нередко связывают с передозировкой минеральных удобрений. А так как о плохом качестве продукции говорят повсеместно, то складывается мнение, что производится и применяется избыточное количество минеральных удобрений. Это далеко не так. На самом деле около 25% площадей, отводимых под зерновые, и 10% под овощные культуры вообще не получают удобрений. В странах СНГ в среднем на гектар пашни вносят лишь 110 кг азота, фосфора и калия вместе взятых, тогда как в ЧСФР, например,—свыше 336, в Великобритании —356, в Германии —427 кг. В развитых странах Европы используют в 3—4 раза больше минеральных удобрений, чем у нас, хотя о качестве пищевых продуктов там беспокоятся не меньше, чем о приросте урожая. Часто этикетки и упаковки продуктов питания, производимых в этих странах, столь информативны, что даже не хватает места для обычной и привлекающей рекламы — она вытесняется данными о химическом составе продукта. В зоне внимания оказываются не только нитраты, но и все другие данные, гарантирующие его высокое качество.

Что же мешает делать это в странах СНГ, обладающих всеми необходимыми и достаточными для интенсификации сельскохозяйственного производства материальными ресурсами? Видимо, дефицит знаний и культуры, неумелое использование того, что называют человеческим фактором. Бескультурие в использовании минеральных удобрений порождается прежде всего недостатком профессиональных знаний по агрохимии и экологии. Некоторые категории работников сельского хозяйства не имеют важнейших для работы на селе

знаний. И расплачиваться за это приходится потерей урожая, снижением его качества и в конечном счете здоровьем людей.

Другая группа проблем связана с взаимным непониманием между специалистами химической промышленности, ответственными за выпуск минеральных удобрений, и специалистами сельского хозяйства, их применяющими. Как известно, ассортимент производимых минеральных удобрений невелик. Кое-что из того, что недодает тукопроизводящая промышленность, можно компенсировать на местах приготовлением тукосмесей, но только при наличии необходимых для этого простых удобрений. Однако поставки их сокращаются. Неудовлетворительно обстоит дело и с производством микроудобрений. Для сравнения: площадь пашни в США на 25% меньше, чем в странах СНГ, а микроудобрений там применяют в десять раз больше.

Все большее применение во многих странах находит локальный способ внесения туков, позволяющий использовать их с наибольшим кпд. Быстрому внедрению его способствует выпуск комбинированных сеялок, а также приспособлений к культиваторам, дисковым боронам и чизельным плугам. С их помощью минеральные удобрения вносят прямо в почву около рядков высеваемых семян или размещают на ее поверхности узкими лентами, а затем заделывают дисками. Нельзя сбрасывать со счетов и потери, причиной которых является несоблюдение технологической дисциплины.

И все же отказываться от применения минеральных удобрений и в целом от химизации нельзя. Важно научиться умело использовать ее достижения. Если где-то нерадивый хозяин неверно распорядился имеющимися минеральными удобрениями, то это не означает, что надо вообще запретить их применение. Это все равно, что говорить о запрещении пользоваться огнем, так как случаются пожары.

Что же касается агрохимии, то она всегда требовала грамотного применения удобрений. Однако из-за допускаемых во многих местах нарушений правил и технологии их внесения, неучета потребностей растений и особенностей почв сложилось искаженное представление о якобы отрицательном влиянии минеральных удобрений на качество продукции растениеводства. Это мнение отпадет само собой, когда культура ведения сельского

хозяйства поднимется на должный уровень, когда будет вестись тщательный контроль качества пищи, воды, воздуха, удобрений и когда, наконец, полностью откажутся от шаблонных методов управления хозяйством.

Специалисты сельского хозяйства должны знать, что накопление нитратов в овощах зависит не только от доз и сроков внесения минеральных подкормок, но и от биологических особенностей культуры, от погодных условий, от места произрастания растения.

В орошаемых районах могут оказаться перспективными медленно действующие и капсулированные азотные туки, которые в почвенные процессы и процессы питания растений вовлекаются постепенно. Для снижения нитрификации аммиачных удобрений используются ингибиторы — вещества, тормозящие этот процесс. Действенный способ интенсифицирования земледелия и улучшения использования растениями вносимых удобрений — внедрение поливных и полукосных посевов, которые хорошо используют подвижные остатки азотных удобрений.

Новый вид удобрений — полифосфаты — выпустил Самаркандский химический завод. Гранулы содержат сразу два необходимых растению вещества — азот и фосфор — и в значительно большей концентрации, чем прежде производимый аммофос. Внесенный в почву полифосфат легко усваивается растениями, причем действует на протяжении нескольких лет.

Повышению эффективности туков будет способствовать создание агрохимических центров, позволяющих лучше организовать их хранение, транспортировку и внесение. Одна из профилактических мер в этом направлении — применение удобрений в соответствии с рекомендациями, которые разрабатываются с учетом конкретных почвенно-климатических условий. Для всех хозяйств ежегодно составляются научно обоснованные планы рационального использования органических и минеральных удобрений. Контроль за уровнем загрязнения окружающей среды удобрениями возложен на созданные в агрохимических лабораториях и на станциях химизации специальные агроотделы, оснащенные необходимыми приборами и лабораторным оборудованием.

В связи с возросшим использованием азотных удобрений контролируется и содержание нитратов в почвах

и в растительной продукции. Особое внимание при этом уделяется определению содержания нитратов в продукции интенсивно удобряемых культур — овощных, бахчевых и кормовых, а также в почвах, на которых эти культуры возделываются. Полученные данные затем используются при составлении рекомендаций и нормативов по использованию удобрений и охране окружающей среды.

Нитраты распределяются в овощах неравномерно, концентрируясь в определенных частях. Наиболее богаты нитратами сосудопроводящие системы растений, расположенные ближе к корню. Количество нитратов нарастает от листовой пластины к листовому черешку и далее к стеблю. Например, в листьях петрушки, сельдерея, укропа их на 50—60% меньше, чем в стеблях. В соцветиях цветной капусты — на 70% меньше, чем в кочерыжке. В листовых пластинках белокочанной капусты их на 30—40% меньше, чем в утолщенных черешках этих листьев, и на 60—70%, чем в кочерыжке. В поверхностной части моркови нитратов на 80% меньше, чем в ее сердцевинке. А в огурцах и редисе, наоборот, поверхностные слои (кожура) на 70% богаче нитратами, чем внутренние. У дыни и арбуза не следует есть незрелую мякоть, прилежащую к корке. Огурцы лучше почистить и срезать место прикрепления их к стеблю.

Используя в пищу части растений, заведомо содержащие наименьшее количество нитратов, можно вовсе снизить поступление их в организм. Предварительная обработка — обязательное мытье и очистка — снизит количество нитратов в овощах еще на 10—15%.

При длительном (в течение двух часов) вымачивании в воде листьев петрушки, укропа, салата из них вымывается 15—20% нитратов. Чтобы снизить на 25—30% содержание нитратов в картофеле, моркови, столовой свекле, брюкке, капусте, достаточно час подержать их в воде. Потери нитратов при отваривании овощей происходят за счет их диффузии в воду, а потому многое зависит как от качества воды (чем меньше в ней нитратов, тем больше она примет их из овощей), так и от степени измельчения овощей и времени их отваривания.

Предельно допустимые суточные дозы нитратов для взрослого человека — 300—325 мг. Основной их источник — свекла, капуста, петрушка, укроп, морковь, салат,

редис, сельдерей, зеленый лук. Поступают в наш организм нитраты и с питьевой водой. Небольшое количество их добавляют мясо, молоко, сыр.

ПЕСТИЦИДЫ И ПРИРОДНАЯ СРЕДА

Одним из величайших достижений научно-технической революции нашего времени является открытие химических средств защиты растений от различных вредителей и болезней. По способу получения и химической структуре к ним относятся хлорорганические, фосфорорганические, ртутьорганические, мышьяксоодержащие пестициды, производные мочевины, цианистые соединения, производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот, препараты меди, производные фенола, серы и ее соединений, производные уксусной и масляной кислот, неорганические гербициды, алкалоиды и другие пестициды. Наиболее широко применяются хлорорганические, фосфорорганические и ртутьорганические пестициды.

В зависимости от объекта воздействия (сорная растительность, вредные насекомые, теплокровные животные) и химической природы пестициды подразделяются на следующие группы:

- акарециды — для борьбы с клешами;
- альгициды — для уничтожения водорослей и другой водной растительности;
- антисептики — для предохранения неметаллических материалов от разрушения микроорганизмами;
- арборициды — для уничтожения сорной растительности;
- бактерициды — для борьбы с бактериями и бактериальными болезнями растений;
- зооциды (или родентициды) — для борьбы с грызунами;
- инсектициды — для борьбы с вредными насекомыми (в т. ч. эфид — препарат для борьбы с тлями);
- лимациды (моллюскоциды) — для борьбы с различными моллюсками;
- нематоциды — для борьбы с круглыми червями (нематодами);
- фунгициды — для борьбы с болезнями растений под влиянием различных паразитирующих грибов.

К пестицидам относятся также дефолианты — сред-

ства для удаления листьев, дискиканты — препараты для высушивания листьев на корню, дефлоранты — вещества для удаления излишних цветов, гербициды — для уничтожения сорной растительности. В сельскохозяйственной практике применяются как общестребительные гербициды, уничтожающие все растения на обрабатываемой площади, так и избирательные, губительно действующие только на сорную растительность. К пестицидам относят также химические вещества для отпугивания насекомых, грызунов и других животных — репелленты; привлечения насекомых с последующим их уничтожением — аттрактанты; стерилизаторы — для половой стерилизации насекомых.

Нерациональное применение пестицидов в сельском хозяйстве приводит к накоплению их остаточных количеств в почве, а затем и в воде, что характерно для некоторых районов Армении, Молдовы, Туркменистана.

Многолетнее использование пестицидов на огромных сельскохозяйственных и лесных территориях, часто с применением авиации, приводит к широкомасштабному загрязнению окружающей среды. Более того, молекулы ядохимикатов, особенно стойких соединений, включаются в природные процессы миграции и круговорота веществ. Они разносятся вместе с атмосферными потоками на большие расстояния. Так, в Антарктике за десятки тысяч километров от зон применения ледниковый панцирь накопил более 2000 т ДДТ. Эти вещества вместе с водным стоком стекают с полей в реки и озера, накапливаются в донных отложениях, поступают в воды Мирового океана.

Но самое главное, они включаются в экологические пищевые цепочки, переходят из почвы и воды в растения, а затем в животных и птиц, и в конечном счете попадают с пищей и водой в организм человека. И на каждом этапе своей миграции они наносят всяческий ущерб. Со временем вредные насекомые приспосабливаются к ядовитым свойствам этих веществ, эффективность пестицидов падает и приходится увеличивать их количество на единицу сельскохозяйственной продукции.

Широко известна история ДДТ — пестицида, которой одно время получил чрезвычайно широкое распространение, а его создатель П. Мюллер был удостоен Нобелевской премии. Казалось, что ДДТ принес человечеству долгожданное освобождение от малярии, жел-

той лихорадки и эпидемий тифа. Однако, как показали более поздние исследования, последствия применения этого препарата были весьма плачевными.

Последствия для живой природы и человека тем серьезнее, чем устойчивее и токсичнее пестициды. Причем устойчивость ядохимикатов к факторам окружающей среды (солнечный свет, кислород, микробиологическое разложение и т. д.), способность сохраняться длительное время определяет и их опасность. Пестициды на основе хлорорганических, фосфорорганических и карбаматных соединений значительно различаются по своей стойкости. ДДТ — типичное хлорорганическое соединение, способное более 50 лет циркулировать в биосфере. Более того, продукты его разложения — ДДД и ДДЕ — также опасные и стойкие вещества. Многие фосфорорганические и карбаматные пестициды разлагаются в течение нескольких десятков дней после использования, но продукты разложения часто бывают более токсичны, чем исходное вещество.

Один из механизмов отрицательных последствий — передача и концентрирование стабильных пестицидов по трофическим цепям. Устойчивые к определенным пестицидам флора и фауна могут накапливать их без разложения. В результате концентрация токсиканта в организме многократно превышает исходную концентрацию его в окружающей среде. Этот процесс биологического концентрирования имеет особенно серьезное экологическое значение в пищевых цепях, связанных с водной средой.

Классический пример биологического концентрирования — накопление ДДТ и препаратов ртути в организме морских птиц. Эти птицы — конечное звено трофической цепи: морская вода — планктон — рыба, потребляющая планктон — хищная рыба — птица, питающаяся рыбой. При этом концентрация токсиканта от исходного звена (морской воды) к конечному (птице) может возрасти во много тысяч раз.

В 1988 г. Американская академия наук опубликовала доклад, в котором говорится, что в предстоящие 70 лет более одного миллиона американцев рискуют заболеть раком, вызванным наличием 28 канцерогенных пестицидов в пище. Еще до опубликования отчета появились сообщения из различных регионов. На Гавайях обнаружили молоко, зараженное гептахлором (инсектицидом,

вызывающим лейкемии и неврологические нарушения) и употреблявшееся повсюду в США вплоть до конца 70-х гг. Молоко, citrusовые и другие продукты содержали радикалы дибромэтилена, вызывающего генетические повреждения и импотенцию. Некоторые виды яблочного сока были загрязнены даминозидом — регулятором роста, обладающим канцерогенными свойствами.

Из всех химических веществ, которые человек получает из воздуха, воды или пищи, наиболее опасны пестициды. Не защищена от загрязнения этими веществами и питьевая вода. Токсические метаболиты альдикарба, поражающие иммунную систему человека, были обнаружены в горизонте грунтовых вод в Лонг Айленде (штат Нью-Йорк) и во Флориде. В одной Калифорнии вода в источниках на две мили заражена почти 50 разновидностями пестицидов. Поэтому 1500 источников водоснабжения, содержащих канцерогенные продукты, были закрыты. В 20 из 50 штатов выявлены значительные уровни зараженности питьевой воды.

Капельки тумана в Мериленде и Калифорнии также содержали пестициды в концентрациях, в тысячи раз превышавших допустимые, а в дождевой воде были обнаружены значительные количества гербицидов и инсектицидов. Вода многих сельских колодцев непригодна для питья, а порой даже опасна.

Надругательство над природой, затянувшее экологические узлы немыслимой крепости, не обошло стороной и узбекскую землю. Она буквально нафарширована пестицидами. Малые реки превратились в зловонные отстойники многих десятков новых предприятий и животноводческих комплексов. Нежелание считаться с законами природы губительно для этого густонаселенного края. Оно приводит к столь грозным последствиям, что полная мера их трагизма по-настоящему еще не осознается.

В среднеазиатском регионе очень высока отметка детской смертности. Это грозный экологический набат. Абсолютное большинство сел не имеет должным образом оборудованных складов ядохимикатов. Отравляющие вещества разносятся ветром, с дождевыми потоками просачиваются в почву, попадают в колодцы и реки.

Стойкие пестициды способны накапливаться в жировой ткани людей и животных. Хроническое поступление этих веществ в организм людей отрицательно воздейст-

вует на нервную и сердечно-сосудистую системы. Особенно опасны пестициды для детей. ДДТ и другие соединения этого класса легко проникают в молоко животных и кормящих матерей. Именно с этим бывает связана смертность эмбрионов и различные врожденные уродства.

В экономически развитых странах число детей с врожденной патологией постепенно растет и в отдельных районах достигает 7%. Конечно, не все эти случаи связаны с наличием пестицидов в окружающей среде. Немалую роль играет также злоупотребление алкоголем, курением, лекарствами и ряд других причин, в том числе и общее загрязнение окружающей среды. Но и роль пестицидов при этом весьма значительна.

По данным Всемирной организации здравоохранения, во всем мире число случаев отравления пестицидами ежегодно составляет 500 тысяч человек, из них более одного процента — со смертельным исходом. Исследования, проведенные почти во всем мире, показали, что стойкие хлорорганические пестициды обнаруживаются почти во всех организмах, обитающих на суше и в воде. Распространение ДДТ имеет глобальный характер. Повсюду ДДТ, альдрин, дильдрин, гексахлор — циклогексан и другие стойкие пестициды содержатся в птицах, млекопитающих, земноводных, пресмыкающихся, рыбах, моллюсках и других обитателях суши, морских и пресных вод.

Содержание пестицидов в тканях и органах живых организмов, точно так же, как любых других загрязняющих веществ, намного больше, чем в среде обитания. Это явление характеризуется коэффициентом накопления (отношение концентрации в организме к концентрации в среде). Очень велики коэффициенты накопления у животных, живущих в воде: рыбы — 10—15, моллюски — 25 тысяч. Содержание ДДТ в различных тканях и органах одного вида значительно колеблется; хорошо растворяясь в жирах, они обычно накапливаются в липидных тканях. Так, в мышцах североатлантической трески концентрация его — от 1 до 10 мкг/кг, а в печени — от 180 до 1800 мкг/кг, что в 180 раз больше.

С помощью пестицидов отрегулирована численность многих насекомых, которые были бичом сельскохозяйственных культур. Это саранча, колорадский жук, различные виды долгоносиков и другие вредители, уничто-

жавшие раньше до 70% урожая. И современные пестициды, несмотря на постоянное их совершенствование в плане уменьшения токсического влияния особенно на теплокровных животных, попадая в водоемы и имея период распада от 10—15 до 30 дней, негативно влияют на живые организмы водоемов, снижая темп роста водных животных и препятствуя их размножению.

Повышение культуры земледелия, улучшение технологии внесения пестицидов, ограничение их применения в районах, близко прилегающих к водоемам, строгая дозировка, не допускающая внесения излишков в почву, должны в значительной степени снизить их негативное воздействие.

ВОЗМОЖНОСТИ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕДНОГО ВЛИЯНИЯ ПЕСТИЦИДОВ

Из года в год меняются формы применения пестицидов — от широко популярных ранее «дустов» переходят к гранулированным препаратам, к смачивающимся порошкам, к ультрамалому опрыскиванию. Все шире входят в практику комбинированные составы.

Принимаются конкретные меры по значительному повышению активности пестицидов и тем самым снижению их концентрации до безопасных для человека и животных величин. Если пестициды первого поколения (в основном соединения мышьяка) сильно загрязняли окружающую среду, то пестициды второго поколения были уже гораздо менее опасны.

Сейчас создаются препараты третьего и четвертого поколений. Среди них — препараты с высокой избирательностью и различной продолжительностью действия (от нескольких часов до многих месяцев). Многие из них под влиянием микроорганизмов, солнечного освещения, воды и воздуха полностью разлагаются на простые, безвредные вещества. Таковы препараты из семейства пиретринов и их синтетических аналогов — пиретроидов, которые вносят на поля в количестве 5—20 г/га, т. е. в 100—1000 раз меньшем, чем традиционных пестицидов.

Одно из самых эффективных средств борьбы с вредителями и болезнями растений — севообороты. Последовательная смена сельскохозяйственных культур предотвращает накопление специфических для той или иной

культуры паразитических организмов. Однако интенсификация земледелия предполагает значительное насыщение севооборота основной культурой, вплоть до перехода в отдельных случаях к монокультурам. В таких условиях применение пестицидов становится неотъемлемой частью агротехники и представляет большую опасность, так как способствует быстрому появлению новых форм вредителей и фитопатогенных микробов, устойчивых к соответствующим пестицидам. Это ставит перед наукой и производством трудную задачу постоянной смены пестицидов. Ситуация особенно осложняется при переходе к монокультуре, когда из года в год на одной и той же площади применяют одни и те же ядохимикаты, что резко ускоряет образование устойчивых форм. В настоящее время насчитывается около 130 видов вредителей сельскохозяйственных культур и переносчиков болезней животных, среди которых имеются формы, устойчивые к хлорорганическим и фосфорорганическим препаратам.

Предотвращение накопления этих веществ в почве и водоемах возможно только при достаточной интенсивности микробиологических процессов их инактивации и разрушения. При длительном применении и накапливании одного и того же органического пестицида в почве избирательно концентрируется микрофлора, способная утилизировать его. При постоянной же смене ядохимикатов этот процесс затрудняется. Таким образом, возникает известное противоречие: быстрая смена препаратов препятствует возникновению устойчивых форм паразитов, но она же мешает накоплению в почве специфической микрофлоры, способной разрушать конкретный ядохимикат.

Имеется несколько направлений снижения нежелательных побочных эффектов. Первое — ограниченное применение их. Разрабатываются интегрированные системы защиты растений, базирующиеся в первую очередь на устойчивом сорте, что дополняется целой системой мер, включающих агротехнические и другие нехимические методы и только наряду с ними — химические. При этом удается значительно сократить число химических обработок. Все чаще ограничивают применение химических препаратов в профилактических целях, рассматривая их в первую очередь как средства ликвидации намечающихся вспышек инфекции или массового размножения вредителей.

Другое направление — синтез нестойких, быстро разрушающихся пестицидов, а также специализированных соединений узкого спектра действия, поражающих только вредные организмы. Важно обеспечить сельскохозяйственное производство такими пестицидами, которые обладали бы узконаправленным спектром действия и не накапливались во внешней среде. Их применение должно быть органической частью общей системы защиты растений, включающей устойчивый сорт и соответствующую агротехнику.

Ведущими принципами рационального использования пестицидов должны быть строгий учет экологической обстановки на сельскохозяйственных угодьях и точное знание критериев численности вредных и полезных организмов, при которых целесообразно проведение химической борьбы. Химические приемы следует сочетать с агротехническими, селекционными и организационно-хозяйственными.

За последние годы произошли принципиальные изменения в ассортименте химических средств защиты растений. Имеются значительные достижения в совершенствовании форм, способов и тактики применения пестицидов. Отмечаются определенные успехи в решении такой задачи, как максимальное снижение показателей токсичности препаратов для теплокровных. Из списка разрешаемых для применения пестицидов исключены стойкие и высокотоксичные инсектициды, акарициды, родентициды и фунгициды (диенового синтеза, фторорганические, ряд хлор- и фосфорорганических соединений). Значительно сокращено применение препаратов, содержащих мышьяк и ртуть. Начиная с 1971 г. не разрешается применение в растениеводстве препаратов ДДТ, ограничено применение препаратов гептахлора, гексахлорана, полихлорпинена, севина.

Список химических средств борьбы с вредителями и болезнями пополнен более совершенными и менее опасными препаратами. Только за последнее десятилетие в ассортимент поставляемых сельскому хозяйству пестицидов введено 59 новых препаратов. Большинство препаратов наряду с высокой эффективностью против вредителей и возбудителей болезней характеризуются избирательной токсичностью, некумулятивны, разлагаются в окружающей среде менее чем за один вегетационный сезон. К их числу относятся почти все специфические

акадициды (тедион, кельтан, мильбекс, неорон, пликтран и другие), а также многие инсектициды (актеллик, бромофос, волатон, гардона, дилор, карбофос, сайфос и др.), практически безопасные для теплокровных животных.

Наряду с совершенствованием ассортимента пестицидов другим путем снижения их опасности для человека и среды является совершенствование форм и методов применения.

Основным способом использования пестицидов в настоящее время является опрыскивание посевов растворами, суспензиями и эмульсиями препаратов. На смену дустам пришли такие формы препаратов, как смачивающиеся порошки и концентраты эмульсий. При опрыскивании резко сокращается по сравнению с опыливанием снос препаратов и снижается загрязнение воздуха. Метод опрыскивания составляет в настоящее время более 90% общего количества обработок. При этом в последние годы наблюдается отказ от сплошных авиаобработок и переход на выборочные, или локальные, производимые наземной аппаратурой и максимально исключают снос препаратов. Техника опрыскивания развивается в сторону снижения норм расхода жидкости, т. е. от крупнообъемного к малообъемному и ультрамалообъемному опрыскиванию. Увеличивается монодисперсность и коэффициент полезного действия опрыскивающих систем.

В отношении безопасности для полезных насекомых и среды очень перспективно использование препаратов в гранулах. Этот метод экономичен, т. е. значительно увеличивается длительность защитного действия пестицидов (от 10—20 дней до одного — двух месяцев). В то же время снижается контакт токсиканта с окружающей средой и человеком. Гранулы значительно менее опасны для энтомофагов, что позволяет с успехом использовать их в интегрированных программах.

Пестициды в современных интегрированных программах применяются только при наличии на полях такой численности вредителей («экономического порога»), когда проведение защитных мероприятий экономически оправдано. Благодаря этому происходит переход от сплошных обработок к выборочным, регулируются их сроки, снижается кратность. Плановое чередование применения пестицидов различных химических групп снижает кратность обработок, исключает опасность загряз-

нения остатками пестицидов среды, предупреждает развитие резистентных популяций вредных организмов.

В настоящее время ведется строгий контроль за применением пестицидов и их остатками в различных средах (сельскохозяйственной продукции, почве, воде, воздухе). Функционирует межведомственный орган — Государственная комиссия, пленум которой ежегодно утверждает список пестицидов для применения в сельском хозяйстве на основании всестороннего их изучения санитарно-гигиеническими, сельскохозяйственными и химическими учреждениями. В списке, помимо ассортимента пестицидов, дозировок, культур и объектов, четко указаны регламенты их применения, обеспечивающие отсутствие вредных остатков пестицидов в урожае. Комитет по регламентации утверждает предельно допустимые концентрации пестицидов.

В связи с интенсивным и всевозрастающим загрязнением химическими веществами почв разработаны предельно допустимые концентрации некоторых вредных веществ в них. Принципы нормирования вредных веществ в почве значительно отличаются от принципов, положенных в основу нормирования этих веществ для водоемов, атмосферного воздуха и пищевых продуктов. Разница обусловлена тем, что прямое поступление вредных веществ через почву в организм человека ограничено немногими случаями прямого контакта с ней (ручная обработка земли, почвенная пыль, игра детей в песочницах и т. д.)

Химические вещества, попавшие в почву, поступают в организм человека главным образом через контактирующие с почвой среды — воду, воздух и растения — по биологическим цепям: почва — растение — человек; почва — растение — животное — человек и т. д. Поэтому при нормировании химических веществ в почве учитывается не только та опасность, которую она представляет при непосредственном контакте с ней, но главным образом последствия вторичного загрязнения контактирующих с почвой сред. При этом учитывают и другие факторы, оказывающие влияние в натуральных условиях на количественное содержание и поведение химических веществ в почве (тип почвы, механический состав, морфология, микробиоценоз, рН, температура, влажность и т. д.).

Гигиенистами обоснованы нормативы пестицидов, а

также таких стабильных химических веществ, как соли тяжелых металлов (свинец, мышьяк, медь, ртуть) и микроэлементы (молибден, медь, цинк, ванадий и др.), которые применяются как микроудобрения в сельском хозяйстве.

Современные требования к химическим средствам и методам защиты растений предусматривают не только обеспечение высокой эффективности в борьбе с вредными организмами, но и безопасность для человека и теплокровных животных, для полезных компонентов агроценозов (опылителей, энтомофагов, почвенной микрофлоры и фауны), для окружающей среды в целом.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ

В основу биологической защиты растений положено использование естественных противоречий в мире насекомых. Есть насекомые «травоядные» — это наш конкурент, мы их называем вредителями. Есть энтомофаги — наши помощники, естественные враги вредных насекомых. Есть грибы и вирусы, вызывающие болезни вредителей.

Существует несколько десятков тысяч видов естественных врагов-вредителей. На территории стран Содружества их около 10 тыс. Следовательно, необходима разработка способов использования полезных насекомых — энтомофагов, уничтожающих вредителей. Наличие на полях определенного набора хищников и паразитов дает возможность поддерживать численность тлей на таком уровне, при котором можно обойтись без химической обработки зерновых культур.

Важно помочь работать самой природе. Беда в том, что о ней-то мы и забывали, уничтожая плодородную силу земли неразумными обработками, в то время как могли получить немало здоровой, без вредных примесей продукции естественным путем.

Есть выражение: враги наших врагов — наши друзья. В природе всегда существовали такие друзья, способные нам помочь. Это — энтомофаги, уничтожающие вредителей, например, златоглазка, трихограмма и т. д. Мозаичная организация территории — лес, поле, луг — может свести их всех вместе, и энтомофаги будут «работать», пожирая живущих рядом врагов и сохраняя полезных насекомых.

Используемая в прежние годы система земледелия вела к уничтожению плодородия почв, способствовала массовым заболеваниям растений. Новая почвозащитная система включает и комплекс мер по борьбе с самым страшным врагом земли и урожая — эрозией. Но главная из этих мер — сохранение и разведение лесов, что способствует сохранению птиц — естественных врагов сельскохозяйственных вредителей.

Чтобы птиц стало больше, следует создавать за каждой деревней и даже усадьбой укромные лесные массивы, где они чувствовали бы себя в безопасности. Хищные птицы — кобчик, лунь, ястреб, пустельга, сова — уничтожают мышей, мелкие птицы и летучие мыши регулируют численность вредных насекомых. Поэтому в местах наибольшего расселения птиц следует создавать микрозаповедники, куда запрещен доступ людей и скота. Для диких одиночных пчел, ос, шмелей надо раскладывать специальные гнездовья, строить ульи, навесы на деревянных столбах с пробуренными отверстиями для гнездования.

Здоровье леса во многом зависит и от лесных муравьев. Без некоторых видов муравьев (в том числе и без рыжих лесных) болеют деревья, гибнут куропатки, тетерева, глухари. Муравьи откармливают свои личинки белковой пищей, которой и являются вредные для лесного хозяйства насекомые. Вокруг муравейников всегда зелено, рядом с ними никогда не встретишь дерево с нездоровой листвой или хвоей. Подсчитано, что обитатели пяти крупных муравейников уничтожают до 1 кг насекомых-вредителей за день. Обитатели одного муравейника способны очищать от вредителей около 1,5 га леса. Причем это гораздо эффективнее и безопаснее для окружающей среды, чем применение ядохимикатов. Учитывая это, во многих регионах стали создавать муравьиные заказники.

Сочетание разнообразных нехимических способов с минимальным использованием пестицидов получило название интегрированного метода. Он основан на биогеоценотическом подходе и рассчитан на максимальное использование природных механизмов регуляции численности вредящих организмов. Необходимо улучшать ассортимент пестицидов путем внедрения препаратов избирательного действия (специально для определен-

ного вида вредителей), быстро разлагающихся в природной среде и с минимальным отрицательным побочным эффектом. Следует совершенствовать способы внесения препаратов, ограничивая по возможности их авиаприменение в связи с большой опасностью сноса препарата на соседние территории и акватории, максимально использовать в сельском и лесном хозяйствах высококачественный посадочный материал устойчивых к вредителям и болезням сортов растений. В каждом случае надо учитывать специфику действия конкретного пестицида, способ его применения и потенциальную опасность для живой природы с учетом местных особенностей.

К прогрессивным методам применения пестицидов относятся малообъемное и ультрамалообъемное опрыскивание сельскохозяйственных культур, позволяющее многократно снизить и количество применяемых препаратов, и отрицательное воздействие их на природу.

К стихийным бедствиям, масштабы которых порой непредсказуемы, в Туркмении, например, относят саранчу. До сих пор тут помнят ее нашествие в 1962 г. — тогда фронт атаки был шириной в 160 км. Потребовались немалые усилия, чтобы остановить саранчу, позади которой обычно не остается ни травинки, ни листика. Саранча, похожая внешне на крупного кузнечика, может преодолевать без отдыха и посадки огромные расстояния. Известен случай, когда стая, поднявшаяся в пустынной части северо-западной Африки, приземлилась на Британских островах, оставив позади около двух с половиной тысяч километров.

Чтобы лишить саранчу возможности подниматься в воздух, ученые решили детально изучить механику полета вредителя, ежегодно опустошающего тысячи гектаров полей, садов, плантаций. Разобраться в тонких процессах, регулирующих работу крыльев насекомого, удалось, объединив усилия специалистов в области физиологии, биохимии, кибернетики и аэродинамики. Результаты исследований позволили разработать эффективные способы борьбы с этим стихийным бедствием.

Наиболее надежный и совершенный путь охраны природы — биометоды. Природа устала от деятельности экологически безграмотных хозяйственников. В погоне за валом они сверх всякой меры начинают сельскохозяйственные культуры химикатами, отравляя землю,

воду и воздух. В результате продукты питания становятся опасными для человека и животных. Биологические же методы не наносят ущерба природе. Их действие строго избирательно. Оно распространяется только на вредителей сельского хозяйства.

В Узбекистане широко и эффективно применяют методы биологической защиты сельскохозяйственных культур от сорняков, грибковых болезней и насекомых-вредителей. В Республике действует свыше 370 биолaborаторий. Успешно работают десятки биофабрик по производству трихограмм, активно уничтожающих яйца вредных насекомых. На ташкентском заводе «Миконд» налажен выпуск поточных линий для биофабрик. За пять лет завод выпустил 500 таких линий. Производительность каждой из них — 1,5 миллиарда трихограмм за сезон. С помощью этого «вредителя вредителей» было защищено около полутора миллионов гектаров сельскохозяйственных угодий. Более 600 тысяч гектаров защищал другой эффективный энтомофаг — хабробракон.

Жизнь показала, что правильное использование биологических методов позволяет во многих случаях защищать посевы без ядохимикатов и почти вдвое снижает расходы на защиту. Так, хозяйства Наманганской области и большинство хозяйств Андижанской, Самаркандской и Ферганской областей практически не применяют ядохимикатов в борьбе с грызунами.

Человек своей деятельностью нередко создает исключительно благоприятные условия для существования видов, наносящих урон его хозяйству. Еще в 40-х годах академик М. С. Гиляров отметил, что основные виды насекомых, от которых страдают наши сельскохозяйственные культуры, являются обитателями рыхлых почв. Распахивая целину, человек создал условия для роста их численности. Сейчас необходимо найти эффективные и безопасные методы борьбы с этими видами.

Применение биологического метода борьбы с вредными организмами предотвращает загрязнение природной среды пестицидами, способствует сохранению полезной фауны. Этот метод все шире внедряется в сельскохозяйственное производство. Наибольшее практическое значение имеет применение трихограммы, которая используется для борьбы с 16 видами вредителей.

Трихограмма применяется на площади более 6 млн га. Ее используют против капустной, озимой, хлопковой

и других совок, кукурузного мотылька и гороховой плодожорки. Для борьбы с совками на зерновых и овощных культурах, на сахарной свекле рекомендуется выпускать против каждой генерации в зависимости от плотности вредителей от 20 до 60 тыс. особей трихограммы на 1 га. Против кукурузного мотылька на кукурузе и конопле в зависимости от величины травостоя следует выпускать от 26 до 100 тыс. особей на 1 га.

Это маленькое перепончатокрылое насекомое заражает яйца совок и других вредителей сельского хозяйства, и вместо гусеницы вредителя развивается личинка трихограммы. Такой способ внедрен на 80% площадей, защищаемых биометодом. Для защиты одного гектара хлопка на поле необходимо выпускать целое войско трихограмм: в среднем по триста пятьдесят тысяч насекомых. После их атаки количество вредителей снижается на восемьдесят процентов, а урожай хлопка возрастает на несколько центнеров. В странах СНГ уже работает около тысячи фабричных линий по выращиванию трихограммы.

Разработаны методы массового разведения и применения в защищенном грунте паразитов и хищников тлей (златоглазки, афидииды, сирфиды и другие афидофаги) и технические приемы выпуска златоглазки обыкновенной для борьбы с хлопковой совкой и карадриной, а также с колорадским жуком на картофеле и баклажанах. В производственных условиях в борьбе с кровяной тлей яблони широко используется афелинус, против цитрусового мучнистого червеца — криптолемус и коккофагус гурней. В борьбе с опасным карантинным вредителем — калифорнийской щитовкой — рекомендуется паразитическое насекомое — проспальтелла нафитис.

Разрабатываемые в настоящее время системы мероприятий по защите сельскохозяйственных культур основаны на максимальном сохранении природной популяции энтомофагов и возбудителей болезней вредителей. Сроки и способы применения инсектицидов рекомендуются с учетом биологических особенностей не только вредителей, против которых они направлены, но и основных видов энтомофагов, регулирующих численность вредителя. Примером рационального использования химических средств защиты растений с учетом жизнедеятельности

тельности энтомофагов может быть современная система мероприятий по борьбе с вредной черепашкой.

В странах Содружества разработан и предложен для использования в сельскохозяйственном производстве ряд биопрепаратов, полученных на основе бактерий, грибов, вирусов и актиномицетов. К ним относятся энтобактерин, боверин, дендробациллин, фитобактериомицин, аренарин, бактороденцид и др.

Энтобактерин — бактериальный препарат, созданный на основе споровой кристаллообразующей бактерии *Бациллус тюрингиенсис*. Выпускается как в виде сухого порошка, так и в жидкой форме. Обе формы обладают одинаковой биологической активностью. Применяют препарат в виде водной суспензии, которую готовят за 1—2 часа перед опрыскиванием. Насекомое, питаясь растениями, обработанными препаратом, заглатывает вместе с кормом споры бактерий и кристаллы эндотоксина. Гибель насекомого наступает обычно через 5—10 дней. В течение этого времени насекомое впадает в паралич и находится в таком состоянии, пока не наступит смерть. Наиболее широко энтобактерин используют для борьбы с гусеницами капустной и репной белянок, капустной моли, капустной огневки. Этих вредителей препарат уничтожает практически полностью.

Аналогичный эффект дает сухой энтобактерин в виде порошка против комплекса листогрызущих вредителей — яблоневой, плодовой, рябиновой, черемуховой и других видов молей, различных видов пядениц, листоверток, златогузки, кольчатого и других шелкопрядов, вишневого и крыжовникового пилильщиков, боярышницы, американской белой бабочки.

Дендробациллин — бактериальный препарат, выпускаемый в форме смачивающегося порошка, содержащего в каждом грамме не менее 30 млрд спор бактерий и приблизительно столько же кристаллов эндотоксина. Эффективен против листогрызущих вредителей на хлопчатнике (совок — хлопковой, озимой, карадрины).

Боверин — грибной препарат, разработанный на основе мускардинного гриба. Выпускается в форме сухого порошка серого цвета и содержит в каждом грамме не менее 2 млрд спор. Рекомендован для повсеместного применения против колорадского жука.

Фитобактериомицин — антибиотик, предназначенный

для борьбы с бактериальными болезнями фасоли, сои, шелковицы. Выпускается в форме порошка кремового или светло-коричневого цвета и в форме дустов (2%-ного и 5%-ного). Основным методом применения фитобактериомицина заключается в опудривании семян фасоли 5%-ным и сои 2%-ным дустом с одинаковой нормой расхода — 3 кг на 1 т семян. Обрабатывать семена следует в день посева. Опудривание семян можно проводить в протравочных машинах, хорошо очищенных от пестицидов.

Внедряются также высокоизбирательные средства и методы защиты растений на основе использования активных веществ, биофизических и генетических методов. Одним из таких биологически активных веществ являются феромоны животных. Эти пахучие вещества заставляют насекомых собираться вместе. В практике защиты растений используют искусственно синтезируемые феромоны вредных видов бабочек. Этот метод особенно эффективен для сигнализации и получения информации о динамике численности и качественном составе популяций. Сокращение хотя бы одной химобработки на основе применения феромонных ловушек позволит сэкономить тысячи тонн инсектицидов.

В последние годы из бесконечного разнообразия мира «невидимок» особой популярностью у исследователей-биологов и специалистов по защите растений пользуется вирус ядерного полиэдроза. Интерес к нему не случаен. Как и другие вирусы, он обладает уникальной «плодовитостью». Всего одна или несколько его частиц, проникнув в клетку гусеницы хлопковой совки, способны воспроизвести до 36 миллиардов вирусов. Иными словами, вскоре после поражения гусеница этого опасного вредителя хлопчатника и других культур превращается в безжизненный мешочек, набитый вирусными частицами. На их долю приходится почти третья часть веса гусеницы.

В идеальных условиях всего одной такой «бомбы-гусеницы», начиненной вирусом ядерного полиэдроза, хватило бы для того, чтобы вызвать сильную эпидемию и очистить большую площадь хлопчатника от прожорливых совок и некоторых других не менее опасных его вредителей, например коробчатого червя.

Новый многообещающий биологический метод защиты усиленно изучается в хлопкосеющих странах. Так,

в лабораториях США отработана технология массового воспроизводства вируса на живых гусеницах совки. Более того, под торговыми названиями «Вирон», «Битрол» и другими уже выпускают вирусные препараты. В лабораторных условиях они демонстрируют отличные результаты, но в поле, под открытым небом их эффективность резко падает. И повинно в этом солнце. Его ультрафиолетовая радиация понижает активность рассеянных над хлопчатником препаратов.

Для защиты от ультрафиолетовых лучей и сохранения «убойной» силы вирусных препаратов ученые стали заключать их в капсулы из сажи, двуокиси титана и привлекающих веществ. С аппетитом скушав такую капсулу, вредитель не только погибает, но высвобождает огромные массы вирусов, которые поражают новые поколения вредителей. В отличие от химических инсектицидов эти враги врагов хлопчатника совершенно безопасны для человека и позвоночных животных.

Некоторые грибки являются паразитами насекомых. Они вызывают гибель картофельных жуков, но совершенно безвредны для человека. Ультрафиолетовые лучи дневного солнца опасны для культуры грибов, поэтому опрыскивание следует проводить в конце дня. Уже на следующее утро среди картофельных жуков появляются первые жертвы эпидемии, а оставшиеся в живых насекомые проявляют вялость: перестают есть и еле двигаются, в результате чего становятся легкой добычей птиц. Птицы же, поедая больных насекомых, не проявляют в дальнейшем никаких признаков заражения. В течение нескольких дней эпидемия лавинообразно разрастается, и среди жуков начинается массовый мор. Огромные картофельные поля становятся белесоватыми от дохлых жуков. Другие же насекомые заражению не подвергаются.

Штаммы грибов «нападают» только на насекомых. Проникая внутрь, они начинают быстро расти. Грибковая ткань заполняет насекомое, и, разрывая хитиновый панцирь, «агрессор» выходит наружу и «нападает» на новое насекомое. Вредители погибают не только из-за того, что внутри них, подобно раковой опухоли, разрастается грибковая ткань, буквально «взрывая» их изнутри. Грибки выделяют еще и ядовитое вещество, которое парализует и без того уже ослабленное насекомое.

Насекомо-патогенные грибки обладают значительными преимуществами по сравнению с химическими средствами борьбы с вредителями. Будучи специализированными паразитами, они жизнеспособны только в организме хозяина и, следовательно, являются идеальным средством для точно нацеленной атаки.

Ни на растениях, ни в теплокровных животных и птицах, которые поедают насекомых, пораженных грибом, эти микроорганизмы не могут существовать. Совершенно безопасен этот грибок и для человека, так как оптимальная температура, необходимая для его роста, значительно ниже температуры человеческого тела. Опыты с крысами, в корм которым добавлялись эти живые инсектициды, показали, что животным никакая опасность не угрожает. Последующие вскрытия также не обнаружили никаких опасных изменений в организме.

На заводах России, где из грибков изготавливаются необходимые инсектициды, существует каталог, из которого можно узнать, какие грибки для каких насекомых являются естественными врагами.

Американские фермеры значительно снизили применение пестицидов и инсектицидов, которые способны накапливаться в конечном продукте. Например, принадлежащие компании «Дрисколл» фермы, специализирующиеся на выращивании клубники, резко сократили применение химикатов для борьбы с вредными насекомыми. Вместо них стали использовать технику «пропылесосивания» посадок, когда насекомых уничтожают комбайны, оснащенные мощными пылесосами.

Американцы отказываются также и от излишнего опрыскивания химикатами виноградных лоз. А для сохранения аграрной продукции в США широко используются достижения генной инженерии, в том числе генное конструирование. Ученые берут ген у одного растения, вводят его в другое и стремятся получить культуру, которая, скажем, будет защищена от некоторых видов сельскохозяйственных вредителей. Такие генетически измененные культуры, по оценкам специалистов, очень выгодны для фермеров. Если такие культуры получат распространение, не нужно будет опылять поля химикатами, так как растения смогут сами защищаться от вредителей.

Примером генетически измененного растения может

служить один из сортов хлопка, который после генной «операции», проведенной специалистами крупной американской компании «Монсанто», стал устойчив к некоторым видам гусениц-вредителей.

Ученые стремятся создать новые сорта пшеницы, соевых бобов, картофеля. Специалистам удалось получить методом генной инженерии устойчивый к вирусам сорт картофеля «рассетт Бэрбанк». До сих пор эти вирусы не поддавались ни одному из имеющихся химических средств защиты растений. В штате Иллинойс были проведены полевые испытания нового, генетически измененного сорта помидоров. Растения оказались устойчивыми к вирусу, и урожай увеличился на 20%.

Сегодня люди испытывают понятное беспокойство по поводу массированного применения на полях различных химикатов. Становится все яснее, что широкое использование биологических или биотехнологических методов защиты полей поможет сберечь здоровье людей и окружающую среду. Это выгодно и фермерам: ведь до сих пор сельское хозяйство требует крупных капиталовложений, значительная часть которых уходит на пестициды, инсектициды и удобрения. Биотехнология открывает новые перспективы. Сажая зерно, в которое заранее «встроены» системы защиты от вредителей, фермеры могут отказаться от некоторых видов работ, требующих дорогостоящей техники.

Глава 6. ОХРАНА НЕДР

Недра — это верхняя часть земной коры, в пределах которой возможна добыча полезных ископаемых. Недра содержат минеральные ресурсы — основу ведущих отраслей мирового хозяйства.

Совокупность полезных ископаемых, заключенных в недрах, составляет понятие «минеральные ресурсы», которые являются основой для развития важнейших отраслей промышленности (энергетика, черная и цветная металлургия, химическая промышленность, строительство).

Минеральное сырье как часть природных ресурсов составляет национальное богатство любой страны. Выявление и разведка месторождений полезных ископаемых, рациональное и комплексное использование их — важнейшая предпосылка динамического развития народного хозяйства. Минеральные ресурсы в условиях

научно-технической революции во многом определяют экономический потенциал страны. В горнодобывающей промышленности ныне сосредоточено до 40% основных производственных фондов, занято около пятой части трудовых ресурсов.

Развитие мировой экономики показывает резкое увеличение добычи минерального сырья во всем мире и возрастание его доли в валовом национальном продукте. Никогда еще минеральное сырье, особенно нефть, природный газ, алюминиевые руды, легирующие добавки, ядерное сырье, не имело такого значения для развития экономики, как в настоящее время. Особенно возросло значение нефти и газа. Мировая добыча нефти и газового конденсата в 1960 г. составляла 1053 млн т, а природного газа — 454 млрд м³, в 1984 г. она возросла соответственно до 2698 млн т и 1607 млрд м³.

ДОБЫЧА ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ И ПРИРОДНАЯ СРЕДА

Извлечение из недр огромных горных масс, откачка подземных вод, сооружение подземных хранилищ и коммуникаций, закачка в недра промышленных отходов, огромное количество искусственных отложений, созданных человеком на поверхности земли, — все это вызывает необратимые геологические процессы. Легче в дальнейшем восстановить растительный и животный мир, чем устранить те вредные последствия, которые могут быть вызваны нарушением природных равновесий в недрах земли в связи с хозяйственной деятельностью.

Вторжение в недра может оказывать весьма ощутимое воздействие на природу. В ряде случаев выводятся из пользования сельскохозяйственные угодья, причиняется вред лесам, меняются гидрогеологический режим районов, рельеф местности и движение воздушных потоков, загрязняются отходами производства поверхность земли, воздушный и водный бассейны.

На месте открытых разработок уничтожаются растительность и животные, почва, переворачиваются, «перелопачиваются» на глубину сотен метров многовековые геологические напластования. Вынесенные из глубин на поверхность породы могут оказаться не только биологически стерильными, но и токсичными для растений и животных. В результате немалые территории превращаются в безжизненные пространства, так называемые

индустриальные пустыни. Подобные земли, выходя из хозяйственного использования, становятся опасными очагами загрязнения.

В бывшем Советском Союзе образовалось около 2 млн га земель, нарушенных при добыче торфа, рудных и нерудных полезных ископаемых, при складировании отходов от переработки минерального сырья. Существенные изменения, вносимые в природные ландшафты промышленностью, часто не могут быть восстановлены самой природой в обозримо короткие сроки, особенно на территориях с экстремальными условиями.

Объем горных пород, извлекаемых из недр в процессе добычи угля, достиг 1 млрд м³. Более 90% этих пород приходится на открытый способ добычи угля, остальная часть — на подземный способ и обогащение. Открытый способ добычи, как наиболее эффективный, развивается все более быстрыми темпами.

При переработке полезных ископаемых подавляющая часть добываемой горной массы идет в отвалы. Горные предприятия стран СНГ ежегодно складывают около 7 млрд т вскрышных и отвальных пород и около 70 млн т ежегодно направляются в хвостохранилища обогатительных фабрик.

Часто добытое минеральное сырье используется не комплексно, не подвергается глубокой переработке. Особенно это касается ценных попутных компонентов, запасы которых в недрах погашаются пропорционально добыче запасов основных полезных ископаемых, но извлечение их из руд значительно отстает от переработки основных полезных ископаемых. Потери происходят в основном на стадии обогащения руд и металлургического передела из-за несовершенства применяемых или отсутствия необходимых технологий, а иногда и вследствие узковедомственного подхода к эксплуатации месторождений.

Так, в Казахстане на Соколовско-Сарбайском горно-обогатительном комбинате, разрабатывающем крупнейшие комплексные месторождения, из руд извлекается лишь железо; такие ценные попутные компоненты, как сера, медь и другие, сбрасываются в хвосты, хотя технология их извлечения давно разработана.

Неэффективно осваиваются уникальные комплексные месторождения апатит-нефелиновых руд Кольского полуострова, где используется не более 15% содержа-

щегося в рудах нефелина, а другие ценные компоненты безвозвратно теряются. Широко известен пример некомплексного использования Ангренского месторождения в Узбекистане. Здесь за год добывают 6,9 млн т качественных каолинов, а отгружают потребителям всего 385 тыс. т (6%).

Под влиянием горных разработок происходят существенные изменения природных ландшафтов. В районах добычи полезных ископаемых образуется специфический рельеф, представленный карьерами, терриконами, отвалами, хвостохранилищами и другими техногенными образованиями. При подземном способе добычи происходит сдвигание массива горных пород в сторону вырабатываемого пространства, образуются трещины, разрывы, провалы, воронки и оседания земной поверхности, на больших глубинах в горных выработках проявляются горные удары, выбросы и пучения пород, сопровождающиеся выделением метана, сероводорода и других токсичных газов, внезапные прорывы подземных вод, особенно опасные в карстовых районах и в зонах крупных разломов. При открытом способе отработки месторождений полезных ископаемых развиваются оползни, осыпи, обвали, сели и другие экзогенные геологические процессы.

По ориентировочным подсчетам, в странах СНГ на горнодобывающих предприятиях ежегодно образуется около 3 млрд т отходов, которые загрязняют почву, подземные и поверхностные воды, атмосферу, отрицательно влияют на растительность и животный мир, исключают значительные площади земель из сельскохозяйственного оборота, строительства и других видов хозяйственной деятельности. Вместе с тем значительная часть отходов горнодобывающих производств содержит ценные компоненты в концентрациях, достаточных для промышленного извлечения, и является хорошим сырьем для производства разнообразных строительных материалов. Однако их использование с этой целью не превышает 6—7%. Повышение использования отходов горнодобывающих и металлургических производств несомненно даст большой экономический эффект.

При горнодобывающих работах изменяется гидрологический режим территории. В большинстве случаев снижается уровень грунтовых вод, происходит иссушение не только мест проведения горных работ, но и при-

легающих к ним территорий. Образуется так называемая «депресссионная воронка» осушения, диаметр которой в несколько раз превышает размеры участка горных работ. В отдельных случаях (при перекрытии поверхностных водотоков или оседании поверхности земли после подработки) возможно и заболачивание (подтопление) территории. Иссущение районов проведения горных работ вызывает обмеление и даже полное исчезновение малых рек.

Ежегодно в реки сбрасываются сотни миллионов кубометров недостаточно очищенных или совсем неочищенных вод из шахт, обогатительных фабрик и карьеров, других промышленных предприятий. К ним добавляются водные потоки с отвалов горных пород. Эти воды несут миллионы тонн твердых взвешенных частиц. В результате многие реки превращаются в сущности в сточные коллекторы, в которых течет уже не вода, а углистая суспензия.

Прямым следствием подземных горных работ является усыхание лесов в подработанных шахтами местах. Старые деревья не могут перестроиться на более сухой режим водного питания, к тому же происходящие при осадке кровли смещения грунтовой толщи приводят к разрыву корней.

Загрязнение атмосферного и водного бассейнов в угледобывающих районах частично связано также с нарушенными и нерекультивируемыми землями, хотя основными источниками загрязнения являются технологические процессы добычи и обогащения угля, химические предприятия.

Атмосфера загрязняется пылью при буровзрывных, вскрышных, транспортно-погрузочных работах, от ветровой эрозии отвалов горных пород. Только при одном среднем по мощности взрыве в воздух выбрасываются сотни кубометров пылегазового облака, содержащего десятки тонн пыли. С незакрепленных растительностью породных отвалов ветром сдувается до 200 т пыли с гектара.

Горнодобывающие работы вызывают «цепную реакцию» негативных изменений в окружающей среде. Разрушается почвенный покров, исчезает растительность и животный мир, нарушается гидрологический и температурный режим не только в местах добычи, но и на прилегающих территориях, происходит загрязнение вод

продуктами эрозии, а воздушного бассейна — пылью и газами. Это существенно ухудшает экологические условия окружающей среды, а применительно к человеку — санитарно-гигиенические условия жизни.

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ, ОПОЛЗНИ, СЕЛИ

Огромные бедствия человеку приносят природные катастрофические геологические процессы (землетрясения и связанные с ними цунами, вулканические извержения, оползни и сели). Уменьшить или исключить убытки и жертвы от катастрофических геологических процессов — одна из важнейших и сложнейших задач, стоящих перед человечеством. Успех ее решения во многом зависит от создания надежной системы краткосрочного и долгосрочного прогноза и разработки мер предупреждения и ликвидации их воздействия.

Землетрясения. Это сильные колебания земной коры, вызываемые тектоническими или вулканическими причинами. В среднем ежегодно на земном шаре происходит одно катастрофическое землетрясение, 18 сильных, 120 разрушительных и тысяча умеренных. Сюда можно добавить еще около миллиона слабых толчков — их мы просто не ощущаем.

Как правило, подземные бури обходят стороной густонаселенные районы, поскольку случаются чаще всего в отдаленных горных массивах или же в океанической зоне. И только несколько раз в десятилетия сейсмические события такого ранга приводят к катастрофам. Например, Тянь-шаньское землетрясение в Китае в 1976 г., по различным сведениям, унесло от 240 до 600 тыс. жизней. Кстати, в Китае же в 1556 г. произошла самая страшная за всю историю человечества катастрофа — тогда погибло 800 тысяч человек.

Но в землетрясении на севере Армении есть обстоятельства, сделавшие его аномальным даже в ряду ему подобных, и причины этого уже не отнесешь к слепым силам природы. По заключению государственной комиссии по проверке качества проектирования и строительства не выдержавших подземных толчков жилых домов массовых серий катастрофические последствия спитакского землетрясения обусловлены не только его высокой балльностью, но и крайне низким качеством

строительно-монтажных работ, грубейшими отступлениями от норм проектирования.

Подвергнуты экспертизе 37 проектов жилых и общественных зданий, причем каждый проект рассматривали независимо друг от друга не менее трех институтов. Государственная комиссия признала, что Госстрой Армении формально, с нарушениями установленного порядка проводил экспертизы проектов. Без учета специфики местных условий давались разрешения на строительство зданий по явно неприемлемым для данного региона проектам, что во многом предопределило тяжесть последствий землетрясения.

Проверки, проведенные бригадами специалистов, выявили многочисленные отступления от норм при проведении инженерно-изыскательских работ, использование на стройках заведомо непригодного бетона, раствора, заполнителей, арматурных и других изделий. Создававшиеся таким образом «излишки» материалов расхищались. В десяти из одиннадцати проверенных каменных зданиях плиты перекрытий не были соединены антисейсмическими монолитными поясами. Прочность сцепления в кладке стен была впятеро ниже нормативной. В половине проверенных каркасно-панельных домов нарушения правил монтажа привели к массовым обрушениям лестничных маршей.

Усугубил последствия землетрясения необоснованный пересмотр в 1978 г. нормативной сейсмичности района Спитак-Кировакан-Степанаван в сторону снижения — с 8 до 7 баллов. Ответственным исполнителем раздела карты сейсмического районирования по территории Армении был Институт геофизики и инженерной сейсмологии республиканской Академии наук.

Учитывая имеющийся опыт строительства в сейсмоопасной зоне, решено увеличить средства на сооружение нового микрорайона на северо-востоке Ашхабада. Поправки в сметную стоимость строительства внесли ученые Института сейсмологии АН Туркменистана. Сейсмологи установили точную сейсмичность, и строителям придется возводить здания с учетом рекомендаций специалистов. Разработанные туркменскими учеными карты микросейсморайонирования позволяют выбирать наиболее благоприятные территории под сооружение промышленных и социально-культурных объектов, с точностью рассчитывать необходимую мощность

строительных конструкций, способных выдержать подземные толчки.

Большое значение имеет создание надежной системы сбора прогностической информации. И тут с сожалением надо отметить, что у нас отсутствуют приборы, способные прогнозировать сейсмические изменения, поэтому прежде всего необходимо создать предприятие по их изготовлению. И конечно же надо более ответственно относиться к долгосрочным сейсмологическим прогнозам, которые важно учитывать градостроителям. Если район объявляется сейсмически опасным за несколько лет вперед, то необходимо проводить здесь целый комплекс защитных мероприятий: укреплять ветхие здания, устанавливать датчики отключения энергосетей и оборудования химпроизводств, знакомить людей с правилами эвакуации.

В зоне Спитакского землетрясения (так называли ученые стихийное бедствие в Армении) работали 36 зарубежных и еще столько же сейсмических станций СНГ, которые, точно стетоскопом, прослушивали «сердцебиение» очага. А он продолжал давать о себе знать: после первого удара последовало в общей сложности около двух тысяч толчков, правда, сравнительно сильных (по шкале разрушений от 4,5 до 6,5 балла) было лишь несколько десятков. Но ученые все больше склонялись к мысли, что события развивались по сценарию затухающего землетрясения, хотя и в этом случае возможны были сильные толчки — так называемые афтершоки. Они проявляются обычно в течение нескольких месяцев после катастрофы, а иногда и спустя два-три года. Так что сейсмологи продолжали «боевое дежурство», пытаясь научиться заранее распознавать готовящиеся неприятные сюрпризы недр.

Новая методика прогнозирования землетрясений разработана тремя греческими учеными (первые буквы их имен — Варотсос, Алексопулос, Номикос — дали ей название). Методика ВАН позволила предсказать место и силу 80% всех подземных толчков, происшедших в Греции в 1981—1989 гг.

Согласно методике ВАН, производится математическая интерпретация электрического сигнала, испускаемого перед каждым подземным толчком горными породами на определенной глубине. Породы разрушаются при накоплении подземного напряжения и тем самым

вызывают сам толчок. Этот электрический сигнал регистрируется сетью станций ВАН, в которых проводятся непрерывные измерения электрических токов — хотя и очень слабых, но постоянно циркулирующих под землей по всей планете. Эти токи именуют теллурическими (от латинского слова *tellus* — земля).

Около 15 станций покрывают территорию континентальной Греции. Во Франции, в регионе Рона — Альпы, собираются установить 5 таких станций. В наиболее опасной в сейсмическом отношении зоне СНГ, простирающейся от Кавказа через Среднюю Азию до китайской границы, было бы целесообразно установить сеть таких станций на расстоянии 150—200 км друг от друга, причем во всех густонаселенных районах. Такие станции связаны посредством телефонных линий или радиосвязи с центральной лабораторией. В лаборатории же регистрируются все составляющие теллурических токов, сигналы-«предвестники» расшифровываются и анализируются с целью установления окончательного «диагноза».

С накоплением опыта процент успешных прогнозов (80%) можно будет повысить, предсказывая практически все землетрясения.

Оползни. Это скользящее смещение масс горных пород вниз по склону под влиянием силы тяжести. Оползни возникают на участке склона или откоса вследствие нарушения равновесия пород, вызванного увеличением крутизны склона в результате подмыва водой, ослаблением прочности пород при выветривании или переувлажнении осадками и подземными водами, воздействием сейсмических толчков, а также строительной и хозяйственной деятельностью без учета геологических условий местности (разрушение склонов дорожными выемками, чрезмерный полив садов и огородов, расположенных на склонах, и др.). Наиболее часто оползни возникают на склонах, сложенных чередующимися водоупорными (глинистыми) и водоносными (песчано-гравийными, трещиноватыми известняковыми) породами.

Развитию оползней способствуют наклон слоев земли в сторону уклона, а также трещины в породах, направленные в сторону уклона. В сильно увлажненных глинистых породах оползни приобретают форму потока. Оползни наносят большой ущерб сельскохозяйственным угодьям, промышленным предприятиям, населенным

пунктам и т. д. Для борьбы с ними применяются берегоукрепительные и дренажные сооружения, закрепление склонов сваями и специальными видами растительности.

В горной местности и в северных районах толщина почвенного покрова всего несколько сантиметров. Его легко нарушить, но очень трудно восстановить. В качестве примера можно привести район Орлиной сопки во Владивостоке, где в начале XX в. был вырублен лес. С тех пор на сопке нет растительности, и после каждого ливня с ее склонов на улицы города устремляются бурные грязевые потоки.

В 1989 г. в Чечено-Ингушетии большой ущерб хозяйству нанесли оползни. Годовое количество осадков в 1988 г. составило 1224 мм, что в полтора раза превысило норму. Дожди продолжались и поздней осенью, когда холода прервали естественное испарение. Влага накапливалась в глинистом подпочвенном слое. В январе-феврале 1989 г. снега выпало в пять с половиной раз больше нормального количества. Таким образом, катастрофическая активация оползневых процессов, обусловленная геологическим строением и рельефом местности, была вызвана аномальным количеством осадков, но способствовала этому и техногенная деятельность человека.

Сель — внезапно формирующийся в ущельях временный поток с большим содержанием твердого материала (продуктов разрушения горных пород). Сели возникают в результате интенсивных и продолжительных ливней, бурного таяния ледников или сезонного снегового покрова, а также вследствие обрушивания в русло горных рек больших количеств рыхлообломочного материала.

Слово «сель» в переводе с арабского означает «бурный поток». Определение не совсем точное, так как не передает масштабов этого стихийного бедствия. Представьте себе яростно бурлящую волну высотой с пятиэтажный дом, которая мчится по ущелью со скоростью курьерского поезда, ломая вековые деревья и легко перекатывая многотонные валуны. Катастрофический, все уничтожающий поток.

Сели характерны для большинства горных районов Кавказа, Средней Азии, Крыма, Карпат и Восточной Сибири.

В апреле 1989 г. в селе Цаблана Хулойского района

Аджарии многотонная масса грунта перекрыла русло реки Чарухи, вздыбив плотину высотой около 100 и шириной до 600 м. Под толщей земли, камней и леса оказались четыре дома, где проживало около 30 человек. Семь дней продолжалось буйство стихии в горах Аджарии. В результате трагедии было повреждено около 300 объектов, имеющих важное народнохозяйственное значение. В трех районах Аджарии, где проживает свыше 2 тысяч семей, вышли из строя 3250 га сельхозугодий, полностью разрушены многие жилые дома, еще больше стали непригодными для проживания. Огромный урон был нанесен народному хозяйству. Тысячи людей остались без крова. Более 10 тысяч семей было переселено из особо опасных зон.

Основные меры борьбы с селями — закрепление и стимулирование развития почвенного и растительного покрова на горных склонах, особенно на участках зарождения селей, расчистка скоплений рыхлообломочного материала и стабилизация горных русел системами противоселевых плотин.

Наиболее мощные сели возникают обычно в июле, когда под жаркими лучами солнца интенсивно тают ледники и миллионы тонн воды аккумулируются в моренах — гигантских скоплениях обломков горных пород, отложенных ледником. Если моренное озеро, расположенное на высоте 3—3,5 тыс. м над уровнем моря, выходит из берегов, начинается как бы цепная реакция: возникает грязекаменный поток, который устремляется вниз, непрерывно увеличиваясь в объеме и наращивая силу.

Старожилы Алматы хорошо помнят неисчислимые бедствия, которые принес селя 1921 г. Тогда в городе были разрушены многие дома и постройки, погибли сотни людей. Нетрудно представить, какими были бы последствия селя 1973 г., втрое более мощного. Однако несчастья не случилось. Город защитила плотина, перегородившая урочище Медео. Впервые в мировой практике она была сооружена с помощью направленного взрыва. Плотина выдержала удар мощностью 120 млн лошадиных сил. Ни одно другое сооружение, созданное человеком, не выдерживало такой нагрузки.

В последующие годы плотина продолжала расти, достигла 150-метровой высоты (рис. 4). Служит плотина и чисто декоративным целям — вместе с высокогор-

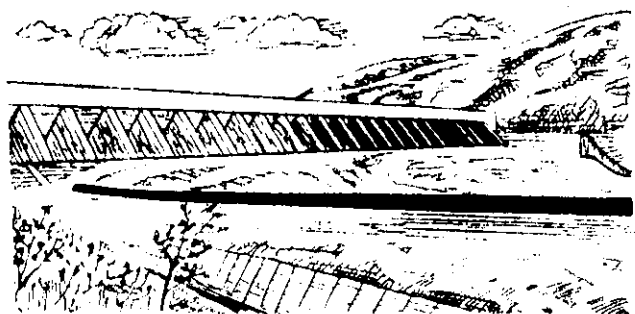


Рис. 4. Железобетонная плотина для защиты Алматы от грязекаменных потоков, построенная в Большом Алматинском ущелье.

ным спортивным комплексом она создает неповторимый архитектурный ансамбль. Откосы покрыты дерном, на разной высоте высажены ели, сделаны обзорные площадки. Многие туристы поднимаются по гранитным ступеням (их более восьмисот) на самый гребень плотины.

Уникальна по своему проектному решению и вторая плотина, которая охраняет юго-западные районы Алматы. В ее тело уложено около 100 тыс. м³ железобетона. Крупноячеистая конструкция обеспечивает высокую надежность сооружения и отличается большой экономичностью. Намечается не просто обезопасить столицу Казахстана от возможных последствий селей, но и предотвратить их, ликвидировать в самом зародыше. С этой целью к подножию ледников проложены тракторные дороги, по ним можно доставлять в горы бульдозеры и другую технику. Таким образом, появилась возможность искусственно регулировать уровень моренных озер, своевременно выпуская из них в реки избыток воды.

Надежный щит прикрыл от разрушительных грязекаменных потоков высокогорную автотрассу Ош — Хорог у подножия перевала Кызыл-Арт. Здесь создана система противоселевых сооружений. Теперь полностью исключены случаи, когда мощные потоки с гор и снежные лавины на многие часы преграждали путь колоннам автомобилей с грузами.

Прямой ущерб от селевых паводков достигает в Казахстане в отдельные годы огромных сумм. В горных

и предгорных районах Республики, подверженных землетрясениям и сейсмогенным селям, расположены Алматы, Талды-Курган, Джамбул, Чимкент, Панфилов, Текели и другие населенные пункты.

Многие годы реку Бадам в Чимкентской области не считали селеопасной. До той поры, пока в 1987 г. здесь не прошел паводок, которого не было полвека. За это время притупилась осторожность, в пойме появились, опять-таки без должного согласования со специалистами селезащиты, жилые дома и предприятия. И вот результат: паводок смыл целые улицы, разрушил строения. Людей удалось спасти.

До сих пор идет строительство в руслах трех рек, пересекающих Алматы. Причем как раз там, где наиболее высок уровень паводковых вод и наименее надежна система сброса ливневых стоков. Не раз перед властями города ставился вопрос о необходимости завершения строительства транзитных селесбросных каналов через северную часть территории города, но решить его теперь уже оказалось делом непростым: необходимы дорогостоящий вынос зданий и сооружений из непродуманно застроенной зоны, массовое отселение людей.

Немало проблем и в южной части Республики. И через сотню лет после разрушительного землетрясения, эпицентр которого располагался близ Большого горного озера, его воды объемом 14 млн м³ таят серьезную опасность. Однако вывести из крайне селеопасной зоны на склоны гор несколько автотрасс, ЛЭП, водовод, линии связи, часть жилых домов до сих пор не удалось. Вместо кардинального решения проблемы регулярно тратятся громадные средства на устранение последствий частых селей.

Можно привести и примеры иного рода. Трезво оценив опасность района, где находилась турбаза «Южная», Чимкентский облсовпроф по рекомендациям службы селезащиты своевременно перенес ряд строений здравницы из селеопасного русла реки Бадам.

Таким образом, уроки стихийных бедствий требуют более серьезного отношения к противоселевым мероприятиям в опасных районах. Их недра, как предупреждают сейсмологи, пока что не «разминированы».

Впервые в мировой практике автоматизированная система селевого предупреждения была смонтирована

на диспетчерском пункте управления «Казглавселезащита» в Алматы. Обычно сводки с постов идут три раза в сутки, а при возникновении селеугрожающего момента — незамедлительно. Наблюдения ведутся визуальным способом с 25 постов или с вертолета, постоянно облетающего контролируемые районы. Электронные датчики держат под круглосуточным контролем уровень воды и температуру воздуха в бассейнах наиболее селеопасных рек. Накопленные датчиками сведения по кабельным линиям связи поступают в телемеханический комплекс на обработку. Стало возможным дистанционно регистрировать не только уже мчащийся поток, но и начало его зарождения, оперативно принимать меры безопасности. Автоматизированная система селевого предупреждения позволила с высокой точностью прогнозировать время и место рождения селя.

Нередко на крутых склонах холмов разрыхленная дождями и тающим снегом почва внезапно превращается в селевой поток. Для изучения процесса формирования оползней специалисты геологической службы, установив на склонах холма манометры, обнаружили, что давление в порах почвы повышается при подъеме грунтовых вод. Однако непосредственно перед началом оползней давление в порах резко снижается. Результаты исследований показали, что давление в почвенных порах падает и при естественных оползнях. Если дело обстоит именно так, то в районах повышенной опасности можно устанавливать приборы для получения предупредительных сигналов до начала селя.

Главное свое оружие — внезапность — утратили горные селевые потоки на севере Тянь-Шаня. Комплекс средств борьбы с грозной стихией пополнил здесь экспериментальный селевой полигон. На его сооружениях, возведенных в верховьях реки Чемолган, завершена первая серия крупномасштабных экспериментов. На полигоне в единой системе действуют низконапорная плотина со сбросным устройством и селеметрическими створами, наносоотстойник, механизмы и приборы селетехнической лаборатории.

Пока шла подготовка к эксперименту, перед плотиной скопилось 12 тыс м³ воды. По команде сработало сбросное устройство, и вся эта масса устремилась вниз, в глухое и глубокое ущелье, постепенно разгоняясь и увлекая за собой валуны и песок. На всем пути за его движением и развитием следили с вертолета ученые, в контрольных

створах были проведены всесторонние замеры потока. Полученные данные стали основой для создания инженерных защитных сооружений «нового поколения» — различных гасителей, ловушек, сетчатых плотин.

Одновременно проведено испытание созданного на заводе «Казгеофизприбор» сейсмооповестителя селя. Он способен улавливать характерные колебания горных пород, возникающие при образовании селя, и автоматически передавать предупреждающие сигналы.

В горах Казахстана насчитывается свыше 2700 больших и малых ледников, питающих реки и моренные озера. Те из них, что таят селевую опасность, взяты под постоянное наблюдение с земли и воздуха. На опасных участках города и села прикрывают от горной стихии около пятидесяти надежных защитных сооружений. Сконструирована теоретическая модель и отработана практическая методика постепенного сброса грозящих прорывом высокогорных ледниковых водоемов.

В 1988 г. в Алматы было подписано соглашение о научно-техническом сотрудничестве по борьбе с селевыми потоками и оползнями. Свои подписи под ним поставили представители противоселевой службы Казахстана и их коллеги из провинции Ганьсу. Соглашение предусматривает обмен оперативной информацией о прошедших грязекаменных потоках на юге Казахстана и в китайском районе Луннань.

ОХРАНА НЕДР

Непрерывный рост потребления минерального сырья в народном хозяйстве вызывает настоятельную необходимость бережного и хозяйственного использования богатств недр. От того, как будут использоваться эти богатства, во многом зависит успешное развитие экономики, рост материального благосостояния и культурного уровня жизни.

Развитие народного хозяйства вызывает бурный рост потребности в различных видах минерального сырья. Добыча многих полезных ископаемых примерно через каждые 8—10 лет удваивается. Это обстоятельство требует не только постоянного наращивания разведанных запасов полезных ископаемых, но и экономного расходования богатств недр, которые, как известно, в отличие

от лесов, вод и некоторых других природных ресурсов практически не восстанавливаются.

Улучшение использования минерального сырья — одно из важнейших условий снижения материальных затрат в народном хозяйстве. Оно способствует совершенствованию структуры производства, повышению отдачи основных фондов. Экономия соответствующего минерального сырья только на один процент равноценна вовлечению в производство дополнительно 1 млн т стали, около 5 млн т нефти, до 3 млрд м³ природного газа.

В Основах законодательства Республики Узбекистан о недрах нашли отражение принципиальные положения о рациональном использовании и охране их богатства, определены задачи предприятий, организаций, учреждений и граждан в этой области. Законодательство регулирует наиболее важные вопросы, связанные с использованием недр, устанавливает порядок предоставления их в пользование, указывает основные права и обязанности тех, кто ими пользуется.

Специальные разделы законодательства посвящены проблемам геологического изучения недр, проектирования, строительства и ввода в действие горнодобывающих предприятий, разработки месторождений полезных ископаемых, а также использования недр в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых. Особое внимание уделено обеспечению безопасности горных работ, государственному надзору и контролю за использованием и охраной недр.

Законодательство определяет основные требования в области охраны недр, регламентирует вопросы государственного учета запасов и месторождений полезных ископаемых и участков недр, предоставляемых в пользование, не связанное с добычей полезных ископаемых.

Основы законодательства исходят из того, что главными пользователями недр являются предприятия горнодобывающей промышленности. Улучшение использования недр и усиление их охраны зависят прежде всего от правильного ведения работ этими предприятиями. Обеспечить удовлетворение постоянно растущих потребностей экономики в минеральном сырье с учетом нужд будущих поколений можно лишь при наиболее полном извлечении полезных ископаемых в процессе их добычи, обогащения и последующей переработки. В сложившихся условиях развития горнодобывающей промышлен-

ности это имеет первостепенное значение, так как сейчас на ряде шахт при разработке месторождений в недрах остается значительное количество угля, железных руд и руд цветных металлов.

Законодательством предусматривается возложение обязанностей на тех, кому доверяются богатства недр, по обеспечению рационального использования полезных ископаемых и разработке месторождений с минимальными потерями.

Потери полезных ископаемых зависят от способа разработки месторождения, применяемой техники и технологии. Повышению полноты извлечения полезных ископаемых в значительной мере способствует принятая в горнодобывающей промышленности ориентация на преимущественное развитие открытого способа разработки месторождений. При открытом способе разработки не только повышается производительность труда и снижается стоимость добычи, но и существенно облегчается труд горняков, достигается более полная выемка полезных ископаемых с относительно низкими потерями, которые составляют 3—8% и лишь при разработке сложных месторождений—10—12%. Поэтому большая часть добычи полезных ископаемых производится открытым способом.

Современная техника и технология позволяют существенно снижать потери полезных ископаемых и при подземном способе добычи. Этому способствует применение машин и механизмов с параметрами, соответствующими горно-геологическим условиям пластов и залежей.

В Основах законодательства о недрах в качестве одного из главных требований к разработке полезных ископаемых предусматривается обеспечение использования наиболее рациональных и эффективных методов их добычи.

Внедрение прогрессивных методов и новой технологии переработки полезных ископаемых позволит использовать большие запасы не нашедших пока применения окисленных железных и карбонатных марганцевых руд, шламов и некоторых руд цветных металлов, что значительно расширит минерально-сырьевую базу черной и цветной металлургии, исключит временное складирование этих руд в отвалы или подработку их с потерей в недрах.

Основы законодательства устанавливают единые сис-

темы государственного учета месторождений и запасов полезных ископаемых, а также участков недр, предоставляемых в пользование, не связанное с добычей полезных ископаемых, что позволит более рационально использовать недра.

Большое внимание уделено усилению надзора и контроля за использованием и охраной недр. Предусматривается расширение прав органов государственного горного надзора, на которые возлагается контроль за строгим соблюдением предприятиями и организациями законодательства о недрах, правил их охраны и правил безопасного ведения горных работ.

Недра теснейшим образом связаны с остальными объектами природы. Нельзя использовать подземные богатства, не влияя в определенной мере на состояние земной поверхности, водных источников, растительности, воздушного бассейна. Поэтому Законодательство обязывает всех пользователей недр обеспечивать охрану атмосферного воздуха, земель, вод и других объектов окружающей природной среды от вредного влияния работ, связанных с использованием богатств недр.

Органам государственного горного надзора предоставляется право приостанавливать работы при нарушении правил охраны недр, а также давать обязательные для использования указания об устранении нарушений этих правил, прекращать самовольное пользование недрами и самовольную застройку площадей залегания полезных ископаемых и привлекать виновных к строгой ответственности.

Охрана и рациональное использование недр должны быть предметом заботы не только государственных органов и предприятий, но и общественных организаций, а также граждан, которые должны оказывать содействие государственным органам в осуществлении мероприятий в этой области.

В Основах законодательства предусматривается ответственность лиц, виновных в его нарушении и нерациональном использовании недр.

Комплексное использование полезных ископаемых. Невозможно мириться с парадоксом, когда при наличии колоссальных сырьевых ресурсов их постоянно не хватает, что является следствием чрезмерного расходования топлива, электроэнергии, металла, а это, в свою очередь, вынуждает выделять все новые средства для

наращивания сырьевой и топливно-энергетической базы. Материалоемкость и энергоемкость национального дохода у нас значительно выше, чем в развитых капиталистических государствах. По металлу, например, они в 2,4 раза больше, чем в Соединенных Штатах.

За последние десятилетия, когда застойные явления в условиях постоянного наращивания ресурсов резко сказывались на низкой эффективности их использования, развилась тенденция расточительства. Именно в это время осваивались уникальные нефтяные и газовые месторождения, одна за другой вскрывались природные кладовые. Богатства недр создавали иллюзию ресурсного избытка и легкодоступности. Требовался общий поворот народного хозяйства от затратной системы к эффективной ресурсосберегающей. Нужен был новый хозяйственный механизм. К сожалению, инерционный маховик расточительности и по сей день не удалось остановить.

За 1986—1987 годы, например, металлоемкость производства удалось снизить только на 2,8% вместо намеченных 4,8%. За эти годы дополнительная потребность в топливе и энергии была восполнена благодаря экономии только на треть и выполнение производственных заданий потребовало сверхплановой добычи большого количества угля, газа и нефти.

Важнейшей мерой по усилению ресурсосбережения является переход предприятий на новые условия хозяйствования. Полный расчет, заинтересованность каждого коллектива в меньших расходах должны круто изменить отношение к ресурсам. Вот несколько примеров ресурсосберегающих технологий. На шахтах и обогатительных фабриках после извлечения руды остается пустая порода, которую используют в дорожном строительстве, в строительстве гидротехнических сооружений и производстве строительных материалов, ею закладывают выработанное пространство шахт и неровности рельефа. Некоторые углистые породы используют в качестве удобрений. Результаты многолетних опытов показали, что применение измельченных углистых пород повышает урожайность, улучшает плодородие почв и позволяет сократить дефицит в органо-минеральных удобрениях.

Необходимо внедрять новые технологические процессы, обеспечивающие более полную переработку сырья, полупродуктов и утилизацию отходов производства.

Комплексное и рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов — одно из важнейших направлений технической политики в горнодобывающей промышленности. В связи с этим повышаются требования к проведению геологоразведочных работ. Они должны обеспечивать надежные и полноценные данные, позволяющие комплексно использовать месторождения полезных ископаемых.

Проекты, составляемые на строительство новых и реконструкцию действующих горнообогатительных предприятий, должны предусматривать применение современной технологии и техники для добычи и переработки минерального сырья, попутного извлечения максимального количества полезных компонентов, использования совместно залегающих полезных ископаемых, а также отходов производства.

Большинство месторождений полезных ископаемых содержит ряд ценных компонентов, извлечение которых представляет немалую экономическую выгоду для народного хозяйства. Иногда сопутствующие вещества имеют самостоятельное значение, а общая экономическая ценность их нередко превышает ценность основного компонента.

Комплексное использование минеральных ресурсов существенно сокращает потери полезных ископаемых и расширяет сырьевую базу, представляя большую экономическую выгоду. За последние годы в этой области достигнуты значительные успехи. Так, на предприятиях цветной металлургии при производстве одиннадцати основных цветных металлов попутно извлекается еще около 60 элементов, в том числе большое количество благородных металлов, висмута, индия, галлия, селена, теллура, кобальта и других. За счет попутного извлечения выпускается более 10% меди, свинца, цинка и около 20% серной кислоты от общего объема их производства.

На многих предприятиях разработана и осуществляется большая программа организационно-технических мероприятий по повышению комплексного использования рудного сырья на всех стадиях его переработки, установлены задания по извлечению полезных компонентов, расширены исследовательские работы по комплексному использованию минерального сырья.

Экономически выгодно также использовать попутно извлекаемые горные породы, особенно полученные при

разработке месторождений открытым способом. Поро- ды, вынутые на поверхность и складированные в отвалы, широко используются для изготовления щебня, цемента, стекла, силикатного кирпича, огнеупоров и формовочных материалов, и, наконец, как сырье для фаянсовой про- мышленности.

Рациональное использование таких пород сокращает добычу сырья на предприятиях промышленности строи- тельных материалов. Кроме значительной экономии государственных средств, это обеспечивает сохранность земель, которые были бы нарушены деятельностью спе- циализированных предприятий по добыче строительных материалов. Такие же результаты дает вовлечение в производство отходов обогащательных фабрик, метал- лургических шлаков, золы и шлаков от сжигания энер- гетических углей.

Большой энергетический эффект и значительное уменьшение загрязнения окружающей среды должно дать извлечение полезного минерального сырья из газов, пыли и сточных вод горнодобывающих предприятий. На основе сернистых газов, улавливаемых при переработке медьсодержащих руд, на ряде заводов Урала, например, организовано производство серной кислоты, которая используется для выпуска на этих же предприятиях минеральных удобрений. Из пыли и газов, образующих- ся при переработке алтайских полиметаллических руд, улавливают цинк, свинец и значительное количество редких металлов. На Балхашском горно-металлурги- ческом комбинате из промышленных стоков извлекается молибден. При этом достигается необходимая очистка отработанных вод. Очистка отходов производства с ути- лизацией улавливаемых веществ — наиболее перспек- тивный путь охраны окружающей среды.

Повышение комплексности, полноты и качества из- влечения из недр полезных ископаемых, ликвидация необоснованных потерь при их добыче, обогащении и переработке имеют огромное экономическое значение, так как позволяют повысить производство продукции на действующих предприятиях, в ряде случаев исклю- чают необходимость строительства новых предприятий, значительно повышают эффективность общественного производства.

Дальнейшее повышение добычи угля при существую- щих технологиях приведет к увеличению отходов произ-

водства. Большинство проводившихся до последнего времени природоохранных мероприятий было направлено на нейтрализацию отходов и ликвидацию последствий деятельности промышленного производства отрасли: создание и строительство водо- и пылегазоочистных сооружений, восстановление нарушенных земель. Кардинальным путем снижения вредного воздействия угольной промышленности на окружающую среду является создание и внедрение экологически безвредных малоотходных и безотходных технологических процессов производства угля.

Из сланцев, например, вырабатывается более 40 различных химических продуктов. Основная же доля их используется как топливо для крупных электростанций, которые вносят весьма существенный вклад в энергетику. Минеральные отходы от сжигания сланцев (сланцевая зола) в больших количествах используются на месте и поставляются в соседние страны для известкования кислых почв, а также для производства строительных материалов. Это полезно не только для сельского хозяйства и строительства. Утилизация сланцевой золы имеет большое значение и для охраны природы.

Однако использование минеральных ресурсов пока не в полной мере отвечает требованиям Законодательства о недрах и задачам ресурсосбережения. Современный уровень производства горной продукции поддерживается преимущественно за счет экстенсивных факторов, постоянного наращивания объемов добычи полезных ископаемых, строительства новых горнопромышленных предприятий, ежегодного увеличения на 10—15% объемов добычи и переработки минерального сырья.

Переход на интенсивные методы работы в области использования и охраны недр осуществляется медленно. Из недр извлекается менее половины балансовых запасов калийных солей, нефти и конденсата. Особенно велики потери полезных компонентов при обогащении минерального сырья, на добычу которого уже затрачены значительные средства. На этом этапе переработки полезных ископаемых теряется около трети добытого олова и пятиокиси фосфора, более четверти железа, марганца, цинка, вольфрама, пятая часть калийных солей.

Использование ресурсов марганца в черной металлургии характеризуется весьма низкими показателями: теряется около 60% марганца. Несмотря на высокую

обеспеченность запасами марганцевых руд, наиболее богатые и широко используемые в ферросплавном производстве окисные руды, учитывая их интенсивную добычу, к 2010—2015 гг. будут практически отработаны.

Неэффективно также использование газовых и нефтяных месторождений. Из попутного газа отбирается мало серы, гелия, этана и других ценных элементов. В факелах ежегодно сжигается более 15 млрд м³ попутного нефтяного газа. Серьезной проблемой остается качество добываемого угля. Зольность его составляет несколько десятков процентов.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

В условиях интенсивного развития горнодобывающей промышленности, когда в эксплуатацию вовлекается все большее число месторождений полезных ископаемых, увеличиваются мощности горных предприятий и глубины разработок, возникает задача сохранения земельного фонда и предотвращения нарушения сложившегося за тысячелетия природного комплекса не только непосредственно в местах производства горных работ, но и на значительных прилегающих площадях.

По существующему Законодательству все предприятия, работа которых связана с нарушением земель, обязаны срезать почвенный слой, складировать его и сохранять для последующего покрытия горных пород при их рекультивации. Однако сохранение плодородной почвы осуществляется далеко не всеми предприятиями или делается это некачественно и формально.

Особую важность приобретает рекультивация¹ земель, нарушенных в ходе горных работ, и приведение земельных участков в безопасное состояние. Эти земли могут быть использованы для нужд сельского, лесного и рыбного хозяйства, для создания зон отдыха. Благодаря рекультивации земель в определенной мере восстанавливается нарушенный горными работами гидрогеологический режим, прекращаются загрязнение воздуха и вод, усыхание и гибель растительности и снижение урожайности сельскохозяйственных культур, улуч-

¹ Рекультивация — это возвращение землям утраченной продуктивности, оздоровление окружающей среды и конструирование нового, эстетически наполненного ландшафта.

шаются микроклимат и санитарно-гигиенические условия.

Наиболее эффективное направление рекультивационных работ на разрезах — это включение их в технологический процесс добычи полезных ископаемых. При этом создается качественно новый технологический комплекс производства горных работ, который помимо традиционных вскрышных и отвальных работ, включает и специфические операции: формирование оптимальной поверхности обработанных площадей, планировку поверхности отвалов и выработанного пространства, нанесение на образовавшиеся поверхности плодородного слоя почвы и потенциально-плодородных пород, создание пологих бортов карьеров и откосов отвалов, устройство инженерных сооружений и коммуникаций. Вскрышные и отвальные работы в новом технологическом комплексе также приобретают иной характер. В них включаются: опережающее снятие плодородных слоев почвы, селективная разработка вскрышных пород, селективное формирование отвалов и др.

Перспективно также внедрение комбинированной рекультивации, имеющей в своей основе методы ускоренного почвообразования и гидропосева. Применение последнего позволит рекультивировать труднодоступные участки (откосы отвалов и рабочих бортов) механизированным способом и с минимальными затратами.

Одним из главных направлений природоохранной деятельности горных предприятий является рекультивация нарушенных земель (рис. 5). Пока еще не всегда и не везде удается сделать это в необходимом объеме и на соответствующем уровне.

Практика рекультивации земель свидетельствует о широком повторном использовании породных отвалов в народном хозяйстве. Таким образом, внешние и внутренние отвалы, хвостохранилища и гидроотвалы являются основными объектами рекультивационных работ на карьерах.

Как правило, все сельскохозяйственные земли восстанавливаются под сельскохозяйственные угодья. В густонаселенных промышленных районах, где дефицит сельскохозяйственных земель особенно ощутим, следует также отдавать предпочтение сельскохозяйственному освоению нарушенных земель. Поверхность отвалов, подготавливаемая для сельскохозяйственного использо-

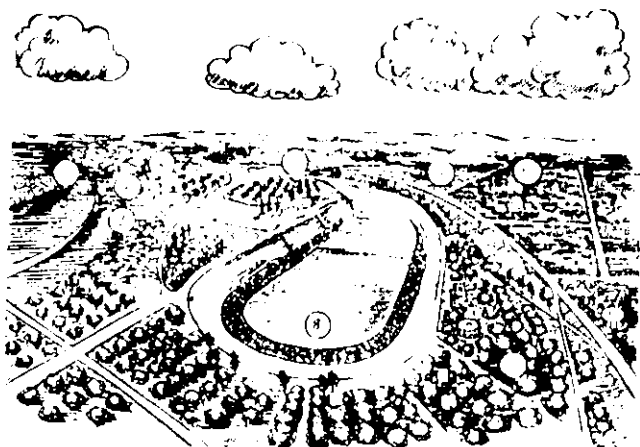


Рис. Рекультивация земель:

1—вскрышные работы, 2—отвалы, 3—выравнивание отвалов,
4—восстановление почвенного слоя, 5—поля, 6—сады, 7—парк,
8—озеро на месте карьера, 9—зеленая зона, 10—поселок.

вания, покрывается наиболее плодородными породами, предварительно снимаемыми при производстве вскрышных работ. Эффективность сельскохозяйственного восстановления земель зависит в основном от полноты снятия и повторного использования почв.

Создание полностью кондиционных сельскохозяйственных угодий требует формирования рекультивационного слоя общей мощностью не менее 80 см. В этом случае сельскохозяйственные культуры обеспечиваются влагой и элементами минерального питания.

Урожайность сельскохозяйственных культур при мощности рекультивационного слоя свыше 80 см составляет около 135% урожайности культур с ненарушенных участков. Окупаемость дополнительных затрат на создание корнеобитаемого слоя большей мощности значительно снижается. Мощность гумусированного почвенного слоя может составлять 30 см вместо принятых ранее 40—50 см.

В результате планировки карбонатного суглинка тяжелыми бульдозерами и последующей транспортировки плодородного слоя почвы большегрузными автосамосвалами и скреперами суглинков значительно уплотняется, его объемная масса превышает $1,6 \text{ г/см}^3$. Поскольку

максимальное уплотнение корнеобитаемого слоя не должно превышать $1,5 \text{ г/см}^3$, после нанесения суглинка и гумусированного слоя следует проводить безотвальное рыхление рекультивируемых участков на глубину 40—50 см. Это позволит увеличить пористость рекультивируемого слоя, что будет способствовать лучшей обеспеченности растений влагой и питательными веществами, и в конечном счете повысить продуктивность восстанавливаемых участков.

На рекультивируемых по методу экранирования землях целесообразно применять следующий севооборот: 1—однолетние злаково-бобовые смеси с подсевом многолетних трав, 2—4—многолетние травы, 5—озимая рожь, 6—однолетние травы, 7—озимая рожь.

В связи с ограниченностью запасов плодородного слоя почвы ведется разработка и внедрение эффективных методов мелиорации отвалов путем перекрытия потенциально плодородными вскрытыми породами и нейтрализации их кислотности известковыми материалами без нанесения слоя почвы. В полевых опытах доказана возможность выращивания сельскохозяйственных культур на четвертичных суглинках. Наиболее пригодны для этого многолетние и однолетние травы.

Удобным и дешевым видом биологического освоения рекультивируемых земель является облесение. Для лесопосадок не требуется тщательного выравнивания отвальных площадей. Поэтому лесной рекультивации отдается предпочтение. Наиболее быструю отдачу получают с тех рекультивируемых земель, которые используются под пастбища или сенокосы. В этих случаях затраты на обработку почвы, внесение удобрений, посев окупаются через несколько лет. Часто предпочтение отдается луговому хозяйству. В разрабатываемом пространстве карьеров создаются искусственные водоемы. Нарушенные земли могут быть использованы для городского и промышленного строительства. Однако наиболее рационально осваивать их для ведения сельского и лесного хозяйства, так как подготовка к застройке требует больших затрат.

Почвование (нанесение слоя почвы толщиной 5—10 см) широко применяется во многих странах. При этом способе на рекультивируемых территориях создается корнеобитаемый слой заведомо высокого плодородия, а

потенциальное плодородие почвоподстилающих пород по существу не используется.

Ценный опыт рекультивации использованных земель накоплен на Камыш-Бурунском железнодорожном комбинате. Мероприятия по охране и рекультивации почв горняки включили в технологию работ. С помощью скрепперов и экскаватора они снимают плодородный слой и четвертичные отложения и транспортируют их самосвалами, а породы, залегающие непосредственно над железной рудой, перемещают специальным отвально-транспортным мостом в определенные места. Такая технология дает возможность снимать гумус и горные породы с минимальным нарушением природного порядка их залегания, переносить их на отработанные площади и аккуратно там укладывать. После укладки горные породы разравнивают и для уплотнения оставляют года на два. Потом участок повторно «разглаживают» и покрывают гумусованным слоем толщиной до 50 см.

Терриконы — это отвалы вынутой из шахт пустой породы. Они занимают сотни тысяч гектаров в основном городских земель и создают множество затруднений в строительстве и благоустройстве новых жилых районов. Ученые разработали специальную систему озеленения терриконов. Слой гумуса в «мертвой» зоне терриконов создают микробы, так как почти все отвальные породы содержат микроорганизмы, способные накапливать азот. Но количество их слишком мало для рекультивации. Азотфиксирующие бактерии выращивают в специальных установках и вносят на выровненный бульдозером участок отвала. Таким образом содержание микробов увеличивается во много раз, и они начинают создавать плодородный слой почвы. Сразу же после внесения микроорганизмов можно подсеять траву: уже через восемь-десять дней образуется ровный ковер всходов. Рост растений убыстряет подкормка обычными удобрениями. Этот способ внедряется в угледобывающих регионах Урала, Средней Азии и Казахстана. Счет рекультивированных с помощью микробов отвалов уже ведется сотнями гектаров.

ЛИТОМОНИТОРИНГ

Литомониторинг — это комплекс мероприятий по охране и изучению земной коры. Главной составной его частью является фотосъемка поверхности Земли с помощью авиации и космических спутников. После обработки полученных снимков ученые составляют карту, на которой отмечаются все изменения, происходящие в земной коре под воздействием хозяйственной деятельности человека. Особенно заметны эти изменения в районах открытой добычи полезных ископаемых. Высота отвалов здесь превышает десятки метров, а глубина некоторых карьеров — 150 м. Ученые по карте выявляют источники загрязнения земной коры и исследуют пути миграции отходов горнодобывающего производства.

От первых космических полетов до комплексной информации о жизни планеты, получаемой с искусственных спутников Земли, прошло совсем немного времени. Но мы уже начинаем привыкать к тому, что освоение космоса становится отраслью народного хозяйства — космическим земледелием. Космос, куда стали запускать искусственные спутники и пилотируемые корабли, оборудованные специальной съемочной аппаратурой, дал принципиально новую информацию и о ландшафте, и о недрах Земли.

Снимки земной поверхности, получаемые со спутников, пилотируемых космических кораблей и орбитальных станций, дали много информации о минеральных ресурсах, включая нефть, газ, уголь и торф, а также об инженерно-геологических условиях строительства крупных объектов энергетики. Выяснилось, что большая часть месторождений нефти и газа приурочена к равнинным территориям, где продуктивные пласты скрыты под многокилометровой толщей осадочных горных пород, да еще замаскированы с поверхности чехлом рыхлых осадков, оставленных материковыми ледниками, мелководными морями и разливами древних рек.

Дистанционным методам принадлежит большое будущее и в области охраны и слежения за состоянием геологической среды. На стадии проектно-изыскательских работ предусматривается создание базовых карт состояния участков земной коры и комплектов дистанционных материалов для районов, где предполагается интенсив-

ная добыча топливного минерального сырья и строительство крупных энергетических объектов. Такие материалы важны для последующего изучения изменений окружающей среды под влиянием техногенных факторов.

На борту периодически запускаемого искусственного спутника Земли «Ресурс-Ф» установлена аппаратура для проведения разномасштабной многозональной и спектрональной фотосъемки с целью исследований природных ресурсов Земли в интересах различных отраслей народного хозяйства и международного сотрудничества. Поступающая информация передается в научно-исследовательский и производственный центр «Природа» Российской Федерации для обработки и использования. В составе спутника «Ресурс-Ф» выведены также два пассивных отделяемых спутника «Пион» для исследования плотности верхних слоев атмосферы.

Специальная съемка позволила зафиксировать на пленке дно Каспийского моря. Загадкой Каспия было непостоянство его уровня. Давно замечено, что он зависит не только от количества воды, которое дают морю реки бассейна. Высказывалась гипотеза, что по дну моря проходит прогиб, ограниченный тектоническими разломами, который периодически сужается и расширяется, соответственно с чем повышается или понижается уровень моря. Снимки из космоса подтвердили эту гипотезу: на них четко виден похожий на огромное корыто прогиб (ученые называют его гребенообразным), а также система разломов, ограничивающих различные по размерам блоки земной коры. Наконец, снимки из космоса дали возможность «заглянуть» и в недра земли. В Приаралье, например, под песками пустыни была обнаружена мощная линза пресных вод.

Такая информация крайне необходима для грамотной и глубокой экологической экспертизы — снимки подсказывают ответы на важнейшие вопросы, которые неизбежно возникают при крупномасштабном вмешательстве в природу.

Для получения принципиально новой информации на спутниках и космических кораблях устанавливается совершенная съемочная аппаратура, отличающаяся высокой разрешающей способностью. Она может из космоса раздельно зафиксировать на пленке две точки или линии, расположенные друг от друга на расстоянии всего лишь

5—6 м. Первоначально в этой аппаратуре использовалась черно-белая пленка, потом появилась цветная натуральная, затем — цветная спектрзональная, «настроенная» на подчеркнутую передачу определенного цвета. Спектрзональная пленка очень удобна при расшифровке снимков: хорошо видны любые тональные изменения цвета ландшафта или предметов, расположенных на поверхности Земли.

В последнее время на космических аппаратах стали устанавливать многоканальную фототехнику, где каждый канал экспонирует на свою пленку и ведет съемку тех или иных частей ландшафта. Например, один канал снимает только водную поверхность, другой — растительность, третий хорошо показывает складки местности. С помощью специального синтезатора снимки, полученные по разным каналам, «складываются» в любом сочетании в зависимости от поставленной задачи.

Из космоса, кроме обычной съемки, можно снимать в инфракрасных лучах (на фотографии, сделанной в таком режиме, хорошо видны, например, теплые промышленные стоки, спущенные в реку), информацию можно получать с помощью лазерной, радиолокационной и сверхвысокочастотной техники. То есть, можно получить информацию не только о том, что видно, но и о том, что находится за пределами видимости спектрального диапазона.

Подобная аппаратура устанавливается сейчас и на самолетах — для обычных аэросъемок. Однако между традиционной аэросъемкой и космической есть принципиальное различие: из космоса в один момент аппарат фиксирует огромные площади, в кадр входят тысячи квадратных километров. Изображение такой площади с самолета получить в принципе можно, но для этого потребуется значительно больше времени (для сравнения: площадь, которую может снять космическая станция за пять минут, с самолета надо снимать два года).

Получив мгновенный снимок огромной территории, можно увидеть поверхность Земли несколько иной, чем представляли ее раньше. Например, обнаружены незнакомые линейно вытянутые на сотни километров гряды, кольцеобразные формы рельефа. Знание же поверхности позволяет «видеть» земные недра, понимать процессы, которые там происходят. Физические поля — магнитные, электромагнитные, гравитационные и дру-

гие, — изменяясь по разным причинам, приводят к подвижкам в земной коре. Подвижки могут быть малозаметными, медленными (скажем, блоки в год поднимаются от одного миллиметра до одного метра) или скачкообразными, взрывными — тогда происходят землетрясения. Значит ли это, что физические поля в местах разломов или трещин, то есть там, где протекают активные тектонические процессы, всегда будут отличаться от «нормальных»?

Из космоса фиксируется, что в местах разломов твердых пород всегда наблюдаются аномальные физические поля. Традиционные геофизические исследования не дают такой информации, так как ведутся на ограниченных площадях и часто носят так называемый точечный характер — места «прострелов» бывают случайными. Поэтому разломы и трещины в твердых породах редко попадают на геологические карты — разведчики их попросту пропускают.

С помощью космической съемки в труднодоступных районах Памира и Тянь-Шаня выявлены ранее неизвестные места, пригодные для пастбищ, для строительства туристских баз, размещения зон отдыха.

В последнее время на помощь пришел космический геодезический комплекс «ГЕО-ИК». С его помощью создаются фундаментальные астрономо-геодезические сети, определяются параметры вращения Земли и т. п. Но это вовсе не значит, что космические исследования могут заменить традиционные. Необходимо их тесное взаимодействие. Снимки из космоса — хорошее подспорье для геофизиков, они служат надежным ориентиром в выборе мест исследований. Что касается аномальных физических полей, то они фиксируются и наземными приборами.

Планируется внедрение перспективных разработок, предусматривающих ввод в эксплуатацию типовых центров приема, обработки и распределения аэрокосмической информации. Они будут использованы не только как важнейший элемент наземной сети космической системы исследования Земли и Мирового океана, но и войдут в состав технических средств регулярной оценки состояния природной среды на территории Каспийско-Кавказского региона. К настоящему времени существуют методы обработки космической информации на специальных ЭВМ в интерактивном режиме (оператор вмешивается

в работу машины, выделяя интересующие его объекты: озеро, лес, поле и т. п.).

Эти разработки позволили перейти к решению задач глобального мониторинга антропогенных изменений природной среды, а также получать информацию в региональном и локальном масштабах. При этом применяется анализ информационных возможностей многоспектральной спутниковой видеоинформации среднего и высокого разрешения, а также возможности интерактивного метода обработки и получения наземной информации по ряду параметров.

В качестве примера можно привести использование литомониторинга в Индии. В штате Карнатака свирепствовала жестокая засуха, и не было надежд на перемену погоды. И вот в одной из деревень в округе Колар появилась машина с буровой установкой. Несколько часов работы — и из земли забила струя чистой прохладной воды. Никто и не подозревал, что она здесь есть. В ответ на изумленные расспросы крестьян один из приехавших специалистов объяснил: подземный источник увидели с неба.

Благодаря спутнику дистанционного зондирования ИРС-1А вероятность успеха в поисках грунтовых вод увеличилась вдвое по сравнению с обычными способами и превышает 90%. Этот спутник был выведен 17 марта 1988 г. на солнечно-синхронную орбиту с помощью ракеты-носителя «Восток». Уникальный космический аппарат является ключевым элементом создаваемой в Индии национальной системы освоения природных ресурсов. Оптимальное развитие сельского и лесного хозяйства, использование водных ресурсов, разведка полезных ископаемых, исследование почвы, борьба с засухами, наводнениями, развитие океанографии — таков далеко не полный перечень охватываемых ею сфер.

Спутник полностью оправдывает возлагавшиеся на него надежды. Он передал с орбиты свыше 60 тысяч изображений территории Индии в четырех спектральных диапазонах с разрешающей способностью 36 и 72 м. Качество этих изображений ничем не уступает аналогичной информации с американского спутника «Лэндсат» или французского «Спот». С помощью этого космического «кладоискателя» обнаружены перспективные месторождения алмазов и рубинов близ населенного пункта Ваджранагара и месторождения цинка и меди в

районе поселка Вантимата в штате Андхра-Прадеш, запасы медной руды в штате Карнатака, многочисленные подземные резервуары грунтовых вод.

Методом дистанционного зондирования из космоса обследуется состояние лесов Индии, отработана техника оценки запасов ценных древесных пород, завершено обследование примерно 80% административных округов страны с целью выявления пустующих площадей и определения возможности их практического использования. На основании получаемых данных индийские ученые совершенствуют методы облагораживания почв, борьбы с засолением и эрозией. Стали более точными прогнозы таяния снегов в горах, что служит хорошим подспорьем при планировании работы гидроэнергетических комплексов. Космическая съемка позволяет по-разумному вторгаться в природу, не разрушая ее и не принося вреда дому, в котором мы живем.

Глава 7. ОХРАНА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Вся практическая деятельность человека с самой глубокой древности связана с использованием воды и водных растворов. Около крупных водных источников зарождались и развивались древнейшие цивилизации на Земле. Из дошедших до нас письменных источников видно, сколь велико было значение рек Нила в Египте, Тигра и Евфрата в Месопотамии, Инда в Индии, Хуанхэ в Китае. Люди интенсивно осваивали плодородные поймы рек, ведь здесь было главное — вода, которую человек ценил во все времена и эпохи.

Вода дороже золота, утверждали бедуины, всю жизнь кочевавшие в песках. Они знали, что никакие богатства не спасут путника в пустыне, если иссякнут запасы воды. В Ливийской и Нубийской пустынях борьба шла за каждую ее каплю. Величественные пески Сахары, неприступные и жестокие, поглотили многих смельчаков, даже целые караваны. Их всех убивала «одна карающая рука», неумолимая и безжалостная, — жажда. В пустыне без воды человек выдерживает около суток. Во время одного из таких переходов двадцать пять веков назад в западной части Египта в безводных песках Сахары бесследно исчезла могущественная пятидесятитысячная армия персидского царя Камбиса.

Вода — необходимое условие воспроизводства живо-

го органического мира. Как известно, в основе образования и накопления первичного живого органического вещества лежит фотосинтез. Под действием солнечной энергии углекислый газ и вода в листьях растений распадаются на кислород, выделяющийся в атмосферу, и углерод, идущий на образование живого органического вещества растений — углеводов. Только живое вещество, усваивая солнечную энергию, способно строить новые ткани, способно само себя воспроизводить. По подсчетам биологов, живое вещество ежегодно воспроизводит примерно 10% своей общей массы.

Живые организмы производят огромную работу по перераспределению вещества земной коры и созданию новых химических соединений, вовлекая в процесс круговорота кислорода, углерода и азота большие массы минеральных веществ и различных химических элементов и превращая их в биогенное вещество. Живые организмы способны усваивать и концентрировать из среды обитания практически все элементы периодической системы.

Забота о получении достаточного количества воды, пригодной для питья и удовлетворения культурно-бытовых потребностей населения, волнует человечество на протяжении всего его существования. Достаточно вспомнить, что первый римский водопровод протяженностью 16,5 км был построен в 312 г. до н. э. Характер и формы водоснабжения изменялись с изменением социально-экономических условий, с прогрессом техники и естественных наук, с общим подъемом культуры.

Давно отмечена связь между заболеваемостью населения и характером водоснабжения. Еще в древнем мире были известны некоторые признаки воды, опасной для здоровья. Однако лишь в середине XIX в. эпидемиологические наблюдения и последующие бактериологические открытия Л. Пастера и Р. Коха позволили установить с достаточной достоверностью, что вода, содержащая патогенные микробы, может способствовать возникновению и распространению заболеваний среди населения. Обращали внимание и на химический состав воды как на возможную причину заболеваний неинфекционной природы. В настоящее время при обосновании гигиенических нормативов качества питьевой воды проводят ее всесторонние комплексные исследования. Строгое исполнение этих нормативов обязательно при исполь-

зовании воды для хозяйственных нужд населения, на которые приходится около 10% общего водопотребления.

Улучшению водообеспеченности в засушливых районах уделяется большое внимание. Река Мургаб и Марыйской области Туркмении с давних времен была известна капризным нравом. То она полноводна, то в разгар лета течет ручейком. И вот в хозяйства, расположенные вдоль Мургаба, пришла большая вода. Первая очередь Сары-Язынского водохранилища, построенного на реке Мургаб, улучшила водообеспечение на площади 72 тыс. га, что очень существенно для жарких мест. В результате заметно прибавился урожай тонковолокнистого хлопка. С помощью Сары-Язы земледельцы освоили 35 тыс. га бесплодных прежде пространств. И все это без участия главной водной артерии Туркмении — Каракумского канала. А раньше в этих местах через год бывала «великая сушь».

Создана автоматизированная система управления комплексом водохозяйственных сооружений в бассейне Сырдарьи. Длина Сырдарьи (с Нарыном и Карадарьей, ее образующими) — 2166 км. Площадь бассейна чуть меньше всей территории Франции. Сырдарья по праву считается одной из великих рек-тружениц, она орошает около 2,8 млн га. Здесь производится 3,7 млн т хлопка. На Сырдарье и ее притоках построено 28 гидроэлектростанций. В зоне Сырдарьи находятся такие крупные ирригационные комплексы аграрно-промышленного назначения, как Ферганский, Голодностепский, Чирчикско-Ахангаранский, Кызылординский. На реке созданы крупные гидроузлы — Токтогульский, Андижанский, Фархадский, Кайраккумский, Чердарьинский, Казалинский. Действует семь водохранилищ. Общая длина каналов, берущих начало от реки и ее притоков, измеряется десятками тысяч километров. По Туямуюнскому водохранилищу ходят речные суда. Транспортировка грузов в эти удаленные края водным путем значительно выгоднее автомобильных и железнодорожных перевозок.

Сто кубометров в секунду — столько воды вытекает из Нурекского рукотворного моря, напоившего десятки тысяч гектаров Даргаринской степи. Это дает возможность Таджикистану, где остро не хватает пахотных земель, резко увеличить производство зерна, хлопка-

сырца, мяса и молока, фруктов и винограда, другой продукции.

Не страшны теперь опустошающие селевые потоки и хлопковым плантациям, расположенным у отрогов Гиссарского хребта. На их пути встала чаша Кызылсуйского селехранилища. Вобрав в себя десятки горных речушек, хранилище уже к началу вегетационных поливов обеспечивает влагой поля большинства хозяйств Яккабагского района Кашкадарьинской области.

Перегорожена речка Турна-Булак — ее крутые берега соединены плотиной длиной в полкилометра и высотой около 50 м. Одно из крупнейших в Узбекистане селехранилищ вберет в себя 16 млн м³ воды, что позволит щедро напоить поля целинного края. Крупные каналы — Большой Ферганский, Большой Андижанский, Южно-Голодностепский и Чирчикский — переведены на автоматическое управление.

На территории Казахстана расположено 48262 озера, общая площадь которых составляет 46 тыс км². Самое глубокое из них Алакуль — 54 м. Результаты пятнадцатилетних исследований алматынских лимнологов обобщены в первой карте озер Казахстана и других справочниках, которые имеют большое практическое значение для земледелия, животноводства, рыбного хозяйства и водоснабжения.

Водная среда сыграла важнейшую роль в возникновении жизни на Земле. В. И. Вернадский писал: «Вода стоит особняком в истории нашей планеты. Нет природного тела, которое могло бы сравниться по влиянию на ход основных, самых грандиозных геологических процессов. Не только земная поверхность, но и глубокие — в масштабе биосферы — части планеты определяются, в самых существенных своих проявлениях, ее существованием и ее свойствами».

Гидросфера (водная оболочка) — это совокупность океанов, морей, озер, рек, ледяных образований, подземных и атмосферных вод. Общая площадь океанов и морей в 2,5 раза превышает территорию суши. Океанические воды покрывают почти три четверти поверхности земного шара слоем толщиной около 4 тыс. м. Занимая промежуточное положение между атмосферой и литосферой, гидросфера постоянно находится с ними в тесной взаимосвязи. Одним из ее проявлений является

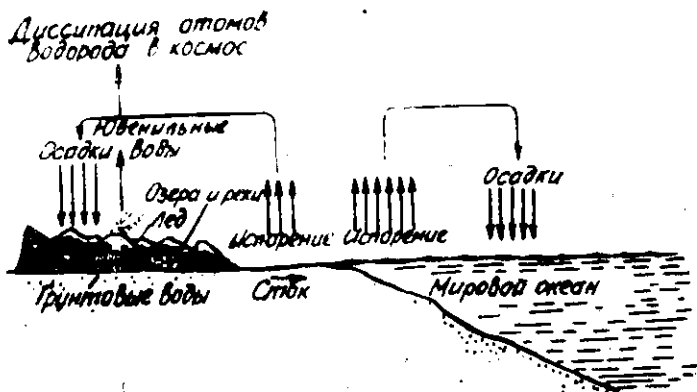


Рис. 6. Круговорот воды в биосфере.

влагооборот (рис. 6). Последний играет важную роль в создании условий жизни во всей биосфере.

Вода — один из важнейших факторов, определяющих размещение производительных сил, важнейшее средство производства. Она играет огромную роль в жизни человека. Увеличение расходования воды промышленностью связано не только с быстрым ее развитием, но и с ростом водоемкости производства, т. е. с увеличением расхода воды на единицу продукции. Так, на производство 1 т хлопчатобумажной ткани фабрики расходуют около 250 м³ воды, а на производство 1 т синтетического волокна — до 5000 м³. Если же учесть расходование воды на производство 1 т орошаемого хлопчатника, то эти величины удельного водопотребления почти однозначны. Много воды требуется химической промышленности. Так, на производство 1 т аммиака затрачивается около 1000 м³ воды, 1 т синтетического каучука — 2000 м³. Весьма водоемка и цветная металлургия: на выплавку 1 т никеля расходуется 4000 м³ воды. Эту цифру интересно сравнить с затратой воды на выплавку 1 т чугуна — 180—200 м³, что в 20 раз меньше.

Использование воды для хозяйственных целей — одно из звеньев ее круговорота. Но антропогенное звено круговорота отличается от естественного тем, что лишь часть использованной человеком воды в процессе испарения возвращается в атмосферу опресненной. Другая ее часть, достигающая, например, при водоснабжении

городов и большей части промышленных предприятий 90%, сбрасывается в реки и водоемы в виде сточных вод, загрязненных отходами хозяйства. Этот процесс продолжается тысячелетиями. Еще в древнем Вавилоне существовала канализация. Но сброс сточных вод в Евфрат был тогда незначительным. С ростом городского населения и развитием канализации загрязнение рек и водоемов стало приобретать глобальные масштабы.

Наиболее обеспечены водой (около 80%) северо-западные, северные и восточные районы России, но экономически они менее развиты и населены. Значительно меньше (около 20%) водообеспеченность Европейской части России и Средней Азии, хотя здесь проживает более 70% населения стран Содружества и сконцентрированы главные промышленные и сельскохозяйственные базы.

Значительные водные ресурсы находятся на территории Грузии, Кыргызстана, Таджикистана, Белорусии, Литвы, Латвии и Эстонии. Наименьшую водообеспеченность имеют Туркменистан, Молдова, Узбекистан и Украина. Неравномерно распределены водные ресурсы Казахстана: крупные реки протекают по его окраинам. Наиболее богаты ими высокогорные области, равнинные же территории отличаются редкой речной сетью. Большинство рек Казахстана — временные, несущие воду лишь весной. На больших просторах пустынь реки вообще отсутствуют.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ И ИХ ОХРАНА

Воды, скрытые под землей, чище поверхностных, менее подвластны капризам погоды, не иссякают даже в засушливые периоды и, наконец, имеются даже там, где наземные водоемы вообще отсутствуют. По последним оценкам, примерно треть всех запасов пресной воды на планете сосредоточена в поверхностных слоях земной коры. Подземные моря обнаружены на всех материках, в том числе и под всеми пустынями. В самой большой безжизненной пустыне Сахаре подземные воды обнаружены в 150—200 м от поверхности земли. Верхняя граница подземного моря на территории Каракумов находится на глубине 30 м.

Возникновение подземных вод относится к периоду образования твердой, воздушной и водной оболочек

Земли. Атмосферные воды, выпадающие на поверхность Земли, постепенно просачиваются через толщу почв и пород. Вода проникает в почву до водоупорного слоя глин, состоящего главным образом из различных минералов. Структуру глины можно сравнить с пластинками слюды или чешуйками рыб. Таким образом, насыщенные водой подземные пласты получили название водоносных. Как правило, водоносные пласты находятся в зажатом состоянии между водоупорными глинами. Вследствие этого подземные воды приобретают силу напора, вода может выливаться в виде фонтана. Водоносных горизонтов и водоупоров может быть множество. Они образуют целые бассейны подземных вод.

Запасы подземных вод принято условно делить на естественные ресурсы, которые ежегодно возобновляются, и статические (емкостные) запасы, которые накапливаются веками. Естественные ресурсы зоны активного водообмена дренируются и создают устойчивую часть речного стока.

Для хозяйственной деятельности человека, особенно для хозяйственно-питьевого использования, наибольший интерес представляют самые верхние горизонты подземных вод. Преимущество подземных вод по сравнению с поверхностными водами рек, озер и других источников огромны. Подземные воды по сравнению с поверхностными достаточно защищены от загрязнения, они имеют постоянный состав и температуру и пополняются естественным путем.

В Средней Азии и Казахстане подземные воды, пригодные для питья, сосредоточены в основном в пределах межгорных и предгорных бассейнов. Большие возможности имеет Казахстан, в северо-восточную часть которого заходит Кулунда. Ученые установили, что под сухими степями и пустынями Казахстана находятся целые озера пресной воды, общий объем которых превышает объем озера Балхаш или Азовского моря. Глубина их залегания — от 50 до 1000 м. Это настоящий подземный клад. За последние годы подземные пресные воды в Казахстане найдены на площади свыше 20 млн га. Дальнейший их поиск планируется на площади 50 млн га.

За последние годы открыто свыше двадцати крупных месторождений пресных подземных вод в Каракумах, которые играют большую роль в снабжении питьевой водой городов и поселков Туркмении. Подземные

водоисточники в состоянии давать более 4000000 м³ пресной воды. Сейчас действуют несколько крупных водозаборов, снабжающих персной водой высокого качества из подземных источников более половины населения Туркмении.

Нельзя не упомянуть и о ресурсах солоноватых и соленых подземных вод. К ним относятся воды с общей минерализацией от 1 до 35 г/л. В масштабах земного шара запасы солоноватых и соленых вод достигают 5 млн км³, а на территории стран Содружества они составляют около 464 тыс. км³. Из них 52 тыс. км³ являются слабо солоноватыми с минерализацией от 1 до 3 г/л, 115 тыс. км³—средние и сильно солоноватые с минерализацией от 3 до 10 г/л и 297 тыс. км³—соленые с минерализацией от 10 до 35 г/л. По химическому составу встречаются хлоридные, сульфатные, сульфатно-хлоридные, гидрокарбонатно-хлоридные и другие соотношения.

Солоноватые и соленые подземные воды имеют повсеместное распространение. Их водоносные горизонты находятся на различных глубинах от поверхности земли и достигают 500 и более метров. Разнообразен характер их расположения по отношению к поверхности земли и водоносным горизонтам пресных подземных вод. Залегают они либо под зоной пресных вод, либо чередуются с пресными водами, либо находятся первыми от поверхности земли.

Глубина залегания солоноватых и соленых подземных вод закономерно связана с климатическими условиями, рельефом местности, распределением поверхностных вод, геологическим строением районов. Солоноватые и соленые подземные воды, которые залегают первыми от поверхности земли, имеют распространение большей частью в северных районах нашей Республики (Каракалпакстан, Хорезмская, большая часть Бухарской и Навоийской областей). Во многих районах встречается чередование пресных и минерализованных подземных вод.

Некоторые солоноватые и соленые подземные воды представляют собой месторождения лечебных минеральных вод. На территории СНГ расположено около шестидесяти курортов, славящихся своими солеными водами. Крупнейший курортный район — Кавказские Минеральные Воды. Здесь действует Нагутское месторождение

углекислых минеральных вод, на базе которого построен крупнейший завод по розливу в бутылки лечебной воды Ессентуки 17.

Таким образом, подземные воды широко используются в хозяйственных целях. Однако интенсивная эксплуатация водоносных горизонтов нередко приводит к различным неприятностям, из которых наиболее опасная — проседание земной поверхности. Кроме того, неумеренная откачка подземных вод может нанести вред экосистеме. Так, опустынивание некоторых в недавнем прошлом цветущих земель связано с оскудением водоносных горизонтов. В прибрежных районах чрезмерное использование подземных вод приводит к быстрому вторжению соленых морских вод, что также вызывает резкие экологические сдвиги.

Подземная гидросфера, несмотря на лучшую, чем у поверхностных водоемов естественную защищенность, все же весьма уязвима к загрязнителям. Особенно опасно просачивание в них с полей химических удобрений и ядохимикатов, которые могут сделать подземные источники вообще непригодными к использованию.

Источники загрязнения подземных вод. Источниками загрязнения подземных вод могут быть: места хранения и транспортировки промышленной продукции и отходов производства; места аккумуляции коммунальных и бытовых отходов; сельскохозяйственные или другие угодья, на которых применяются удобрения, пестициды и другие химические вещества; загрязненные участки поверхностных водных объектов, питающих подземные воды; загрязненные участки водоносного горизонта, естественно или искусственно связанного со смежными водоносными горизонтами; участки инфильтрации загрязненных атмосферных осадков; промышленные площадки предприятий, поля фильтрации, буровые скважины и другие горные выработки.

Выделяют микробное и химическое загрязнение подземных вод. Патогенные бактерии и вирусы довольно длительно сохраняют в них свою жизнедеятельность (100 суток и более). Микробному загрязнению чаще подвергаются грунтовые воды. Очаги загрязнения образуются при наличии полей ассенизации и фильтрации, скотных дворов, выгребных ям, через которые идет прямая фильтрация загрязненных вод. И если грунты в зоне аэрации теряют свои очищающие свойства, про-

исходит загрязнение грунтовых вод. Особенно опасны очаги загрязнения в местах хорошо проницаемых трещиноватых или крупнообломочных пород, где загрязнения могут проникать вместе с атмосферными осадками. Грунтовые воды могут загрязняться и при сбросе сточных вод в поглощающие скважины, ямы, колодцы.

Загрязнение артезианских вод может иметь место при сбросе сточных вод в поглощающие скважины, а также при протекании загрязненных грунтовых вод через корродированные трубы и затрубное пространство заброшенных скважин, имеющих дефекты. Загрязнение подземных вод химическими веществами может идти через загрязненные поверхностные воды, которые питают подземные.

На промышленных предприятиях для очистки сточных вод используют пруды-отстойники, шламовые пруды, пруды-накопители, пруды-испарители, хвостохранилища, золоотвалы и др. В ряде случаев они также могут стать источниками загрязнения подземных вод. При использовании сельскохозяйственных полей орошения и полей фильтрации для очистки сточных вод также не исключено загрязнение подземных вод вредными химическими веществами.

В подземные воды могут поступать также поверхностно-активные вещества (ПАВ). Это может происходить при использовании почвенных методов очистки сточных вод, содержащих ПАВ, при пополнении запасов подземных вод из поверхностных водоисточников и при прочих загрязнениях почвы этими веществами.

Источником загрязнения могут стать также атмосферные осадки на территории промышленных отходов, солеотвалов, участков хранения нефтепродуктов, сырья и готовой продукции предприятий химической промышленности, складов ядохимикатов и удобрений.

Ухудшение качества подземных вод и истощение водоносных горизонтов — две стороны одной проблемы — нерационального использования ценнейшего природного богатства. Вот один из примеров. Кокандский суперфосфатный завод в Узбекистане берет из-под земли кристально чистую воду артезианских скважин, а возвращает грязь, словно только что смывую с колес автомобилей. Причем грязь — самый безобидный компонент этой смеси. Кислоты, металлы присутствуют здесь в концентрациях, превышающих предельно допустимые в де-

сятки раз. Случались и «залповые» выбросы. Мутный поток устремлялся в Сырдарью, а река несла отраву дальше по течению.

Подземные воды — бесценное богатство Узбекистана. Но некоторые хозяйственники по-варварски используют их. В Республике действует 136 накопителей стоков и отходов сельскохозяйственных и промышленных предприятий. Из них 91 накопитель не имеет защитного экрана. Это попросту обыкновенные, вырытые бульдозером земляные ямы. Стоки из них проникают в нижние горизонты и загрязняют чистейшую воду. Сброс загрязненных сточных вод в целом по Узбекистану не только не сократился, а даже возрос.

Артезианская вода, что поступает из недр земли по скважинам для хозяйственных нужд и питья, расходуется крайне нерационально и неэкономно. В Республике выявлено 4630 самоизливающихся скважин. Большинство из них не оборудованы кранами, питьевая вода из них хлещет на землю круглосуточно.

Грунтовые воды в опасности. К такому выводу пришло в своем отчете бюро технических оценок конгресса США. Грунтовые воды являются источником питьевой воды для половины населения этой страны. Их загрязнение различными химическими отходами несет большую опасность для здоровья людей. Как признали специалисты, многие из загрязняющих воду химических веществ могут вызвать заболевание раком, а также болезни нервной системы, почек и печени. Агентство по охране окружающей среды в своем предварительном отчете довело до сведения общественности, что существующая система предотвращения утечки токсичных отходов практически не действует и поэтому нередки случаи просачивания их в грунтовые воды. Этого нельзя оставлять без внимания.

Охрана подземных вод. При научно обоснованном подходе можно сохранить подземные источники полноводными и чистыми, а негативные последствия их интенсивного использования свести до минимума. Накоплен опыт успешного решения этой проблемы. В его основе лежит выработанный специалистами единый комплексный подход к использованию и охране водных ресурсов.

Для дальнейшего улучшения охраны подземных вод необходимы:

— более полное регулирование потребления подземных вод, в основе которого предусматривается подача артезианских вод преимущественно для хозяйственно-питьевых целей;

— специальные мероприятия по оздоровлению тех участков открытых водоемов, которые имеют гидравлическую связь с артезианскими горизонтами;

— запрещение захоронения в грунт и отвалы токсичных отходов промышленности в районах возможного влияния их на используемые и перспективные участки артезианских горизонтов;

— ускорение разработки полигонов по переработке и обезвреживанию токсических отходов промышленных предприятий.

В местах возможного загрязнения подземных вод следует обеспечивать водонепроницаемость аккумулирующих емкостей для хранения сырья, продуктов и отходов промышленного производства и коммунального хозяйства. При разработке мероприятий по охране вод от загрязнений необходимо учитывать данные инженерно-геологических изысканий, фильтрационные расчеты и прогнозы миграции загрязняющих веществ в подземных водах.

Не допускается сооружение аккумулирующих емкостей в зонах питания подземных вод в начале делювиальных или пролювиальных конусов выноса или шлейфов, на нижних речных террасах, сильно трещиноватых участках, особенно если подземные воды в этих отложениях являются источниками питьевого водоснабжения.

При орошении сточными водами режим полива должен обеспечивать минимальную инфильтрацию в зависимости от условий возделывания сельскохозяйственных культур. В необходимых случаях для увеличения мощности зоны аэрации поливных площадей необходимо снизить грунтовые воды до уровня, предусмотренного специальными расчетами.

При проведении геологоразведочных работ, эксплуатации месторождений полезных ископаемых, разрабатываемых открытыми горными выработками, и других работах, при которых вскрываются водоносные горизонты, должны приниматься меры по предотвращению загрязнения и истощения подземных вод.

При авариях или повреждениях, которые могут вы-

звать загрязнение подземных вод, следует оградить место аварии и обеспечить его охрану, покрыть адсорбционными материалами разлитые или рассыпанные вещества, прекратить отбор подземных вод для хозяйственно-питьевого водоснабжения, собрать, нейтрализовать или уничтожить разлитые или рассыпанные вещества и ликвидировать последствия аварии или повреждения.

При загрязнении или опасности загрязнения подземных вод объем и способ наблюдений за их режимом или качеством зависят от его последствий. В тех случаях, когда очаг загрязнения имеет значительную площадь, а мощность водоносных горизонтов велика, загрязнение подземных вод ликвидировать вообще не удастся. Этот участок водоносного горизонта, иногда со значительным запасом подземных вод, следует считать безвозвратно потерянным. В связи с этим большое значение имеют комплексные профилактические мероприятия, предупреждающие возможность загрязнения подземных вод и охватывающие как сферу строительства и производства, так и гидрологические аспекты (контроль и наблюдение за качеством подземных вод, надежное в санитарном отношении устройство водозаборов подземных вод и др.).

Для предотвращения загрязнения подземных вод создают замкнутые системы промышленного водоснабжения и канализации, производства с бессточной технологией или с минимальным количеством сточных вод и других отходов; совершенствуют очистку сточных вод; изолируют коммуникации со сточными водами; ограничивают использование ядохимикатов и удобрений на сельскохозяйственных территориях; устанавливают водоохранные зоны в районах залегания грунтовых вод с учетом строгих правил хозяйственной и строительной деятельности.

Наиболее важен геологический контроль за размещением новых предприятий, который необходимо проводить, учитывая защищенность отдельных водоносных горизонтов. В долинах рек, на поймах и аллювиальных террасах, содержащих подземные воды, используемые для водоснабжения, запрещается строительство «водоемких» промышленных предприятий, деятельность которых сопровождается большими сбросами загрязненных сточных вод. Подобные предприятия нельзя строить и в

других геогидрологических условиях, благоприятных для устройства водозаборов подземных вод питьевого назначения.

На промышленных площадках для предупреждения инфильтрации технологических и сточных вод в водоносные горизонты, не имеющие водоупорной кровли, все водонесущие коммуникации и цеха должны иметь надежную гидроизоляцию и дренажи, защищающие подземные воды от загрязнения. На промышленных площадках с повышенным загрязнением воздуха и почв сбору и очистке подлежат также ливневые воды.

Все промышленные бассейны, в которых складировались сточные воды и отходы (шламохранилища, накопители, испарители, гидрозолоотвалы и другие сооружения), должны быть нефилтрующими. Это достигается соответствующим выбором места расположения сооружения, а также применением различных противофильтрационных и дренажных устройств, создаваемых в теле плотины или дамбы шламохранилища.

Новые источники водоснабжения должны строиться на более высоких отметках, вне зоны подтопления, с использованием надежных в санитарном отношении подземных водоносных горизонтов, не имеющих гидравлической связи с водохранилищем. После окончания функционирования скважины ее тампонируют.

Актуальная задача изучения и использования подземных вод — переход от оценки их количества и качества к обоснованию региональных и локальных схем их рационального использования, и, наконец, к управлению ресурсами подземных вод на базе постоянно действующих динамических моделей артезианских бассейнов и крупных регионов.

В соответствии с Основами водного законодательства подземные пресные воды должны использоваться для питьевого и бытового водоснабжения. Эксплуатация их для других нужд возможна лишь по особому разрешению государственных органов, специально созданных для регулирования использования и охраны водных ресурсов. Охрана источников подземного питьевого водоснабжения от загрязнения осуществляется путем создания зон санитарной охраны (ЗСО). Под водоохранной зоной понимают территорию, приуроченную к области питания водоносного горизонта, на которой проводится комплекс мероприятий, предотвращающих региональное загрязне-

ние и истощение подземных вод. Создание водоохранной зоны рассматривается как мероприятие, в котором водоохранные задачи решаются в качестве составной части проблемы рационального использования водных ресурсов.

Размеры границ I пояса зоны санитарной охраны для подземного источника водоснабжения зависят от степени защищенности водоносных горизонтов с поверхности и гидрогеологических условий на расстоянии от водозабора: для надежно защищенных горизонтов — не менее 30 м; для незащищенных, недостаточно защищенных горизонтов и инфильтрационных водозаборов — не менее 50 м. При использовании группы подземных водозаборов граница I пояса должна находиться на расстоянии не менее 50 и 30 м соответственно от крайних скважин водозабора. При размещении отдельных сооружений, входящих в состав водопровода, на разных площадках I пояс устанавливается для каждого из этих сооружений: для водонапорных башен в радиусе не менее 15 м, для запасных и регулирующих емкостей в радиусе не менее 30 м.

При использовании в качестве источника водоснабжения инфильтрационных вод в границы I пояса ЗСО необходимо включать прибрежную территорию между водозабором и водоемом, если расстояние между ними менее 150 м. Для одиночных подземных водозаборов на территории объекта, исключающего возможность загрязнения почвы, расстояние от них до ограждения I пояса допускается уменьшить соответственно до 15 и 25 м.

При обосновании размеров II пояса ЗСО учитывают, что приток подземных вод из водоносного горизонта к водозабору происходит только в области его питания. Форма и размер водоносного пласта зависят от типа водозабора (отдельные скважины или их группа, линейный ряд скважин, горизонтальная дрена и др.), расхода воды, условий его питания и дренирования.

Для эффективной защиты подземного источника водоснабжения от бактериального загрязнения необходимо, чтобы время движения загрязненного потока подземных вод от границы II пояса до водозабора было достаточным для утраты жизнеспособности и вирулентности патогенных микроорганизмов, что обеспечит надежность использования воды для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

При проектировании мероприятий, проводимых во II поясе ЗСО подземного источника водоснабжения, следует предусматривать ликвидацию или восстановление недействующих дефектных и неправильно эксплуатируемых скважин, а также ликвидацию поглощающих скважин и шахтных колодцев. Тампонаж ликвидируемых скважин обязательно должен производиться с восстановлением первоначальной защищенности горизонта. Бурение новых скважин и любое новое строительство (в том числе полей фильтрации и ассенизации, накопителей промышленных стоков и др.) допускается при согласовании с органами санитарно-эпидемиологической службы.

На территории II пояса нельзя допускать закачку отработанных вод в подземные горизонты, складирование твердых отходов в грунт, разработку недр с нарушением защитного слоя над водоносным горизонтом. При размещении в пределах II пояса ЗСО земледельческих полей орошения и животноводческих комплексов расстояние от последних до границ I пояса ЗСО должно быть не менее 300—500 м в зависимости от местных условий и мощности объектов.

Населенные пункты, находящиеся на территории II пояса, подлежат благоустройству (организованное водоснабжение, канализование, устройство водонепроницаемых выгребов со своевременным вывозом их содержимого, регулирование и организация отвода загрязненных поверхностных стоков, устройство водонепроницаемых полов на скотных дворах, в конюшнях и др.). При этом почва и более глубокие слои ее ограждаются от загрязнения. Запрещается загрязнение водоемов и территорий, находящихся во II поясе зоны, неочищенными сточными водами, всевозможными нечистотами, мусором, навозом, промышленными отходами и т. п.

К очистке хозяйственно-бытовых и производственных сточных вод на участках открытых водоемов, включенных во II пояс ЗСО, предъявляются повышенные санитарные требования. Спуск их должен обязательно согласовываться с органами санитарного надзора.

При усилении откачки воды из скважины и понижении динамического уровня в ней зона депрессии расширяется и соответственно увеличивается ее радиус. Обычно воронка депрессии оказывается вытянутой в сторону

движения потока. Нередко депрессионная воронка распространяется далеко за пределы населенного пункта и включает в свою сферу загородные территории, которые могут принимать на себя промышленные и другие отходы, являющиеся интенсивным источником загрязнения почвы и подземных вод.

Один из основных путей сохранения водных богатств недр ученые видят в познании закономерностей их формирования. Изучение этого процесса впервые в мировой практике гидрологии дало возможность составить прогнозные оценки общих ресурсов подземных вод на площади, превышающей 20 млн км². Составленная на основе исследований уникальная карта подземного стока территории бывшего СССР пока единственная подобного рода в мире. Согласно подсчетам, суммарная величина естественных ресурсов подземных вод составляет примерно 1000 км³ в год. Из них так называемые эксплуатационные запасы, т. е. те, что при существующей технике откачки можно с выгодой использовать в народном хозяйстве, составляют 340 км³.

Бесконтрольное использование грунтовых вод привело к резкому понижению их уровня. Контроль за использованием и охраной подземных вод, а также изучение их состояния проводят специальные «режимные» станции. На территории СНГ их действует более 100. У них имеется более 30 тыс. наблюдательных пунктов-колодцев, скважин, родников, выходящих на поверхность. Эти станции своевременно сигнализируют об изменении уровня вод, что позволяет точнее подсчитывать их запасы. Наблюдения за изменением режима подземных вод ведутся в основном автоматически самописцами, уровнемерами и другими приборами.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ И САМООЧИЩЕНИЕ ВОДОЕМОВ

Основная причина загрязнения водных ресурсов — сброс в водоемы неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод промышленными предприятиями, а также предприятиями коммунального и сельского хозяйства. Загрязнению водных источников также способствует нерациональное ведение сельского хозяйства: остатки удобрений и ядохимикатов, вымываемые из почвы, попадают в водоемы и загрязняют их.

Большую опасность загрязнения окружающей среды,

особенно водных объектов в Узбекистане, представляют животноводческие комплексы, фермы, лубяные заводы, большинство из которых не имеют очистных сооружений. Кроме того, бассейны рек Сырдарьи, Амударьи и Зарафшана продолжают загрязнять сточные воды Навоийской ГРЭС, производственного объединения «Электрохимпром», Бекабадского металлургического завода. Только одно Чирчикское объединение «Электрохимпром» сбрасывает в реку Чирчик около 230 млн м³ загрязненных сточных вод. К примеру, в реках Зарафшан и Чирчик содержание сульфидов в 5—7 раз превышает норму, магния — в 3—4 раза.

Объединение «Электрохиммаш», которое находится близ Ташкента, загрязняет реку Чирчик вредными веществами, концентрация которых в десятки раз превышает санитарные нормы. Положение еще более усугубилось с вводом в строй капролактачного производства, сбросы которого, попадая на городские очистные сооружения, резко снижают эффективность их работы. А ведь это — источники водоснабжения жителей десятков городов Ташкентской и Сырдарьинской областей.

На юго-востоке Алматынской области, в отрогах гор Кунгей Алатау, находится одна из жемчужин Тянь-Шаня озеро Кульсай. Оно имеет важное значение в питании и регулировании стока рек, накоплении пресной воды. Речь идет о системе трех небольших озер, расположенных на высоте 1800—2400 м над уровнем моря. Обрамленные вечнозелеными тянь-шаньскими елями, они красивы в любое время года. Хрустально-чистая вода даже в самые жаркие дни остается холодной. В ней прекрасно себя чувствуют радужные форели, двадцать лет назад завезенные сюда из ЧСФР работниками Таучиликского лесхоза. Кульсай — одно из немногих мест, где природа сохранила свой первозданный вид. Неповторимая панорама гор, насыщенный запахом хвои воздух, целебные травы — все это привлекает сюда немало туристов.

Сегодня Кульсай нуждается в защите. Настоящей бедой стали браконьеры, которые безжалостно истребляют форель, пользуясь самыми изощренными способами. Участились случаи, когда современные «дикари» оставляют после себя сломанные деревья, груды мусора, тлеющие костры, нередко становящиеся причиной лесных пожаров. Чтобы восполнить урон, наносимый

природе, коллектив лесхоза ежегодно на 60 га высаживает саженцы тьянь-шаньской ели. Достается от непрошенных гостей и Кульсаю: на берегу озера и под водой валяются разбитые бутылки и пустые консервные банки, в воду сносятся остатки мусора. Уникальному творению природы грозит серьезная опасность, если не принять мер по предупреждению его загрязнения, сохранению растительного и животного мира.

И все же главная проблема — загрязненные стоки. Ежегодно в водоемы с загрязненными стоками на территории стран СНГ сбрасывается более 30 млн т загрязняющих веществ, в том числе 15 млн т хлоридов, 11 млн т сульфатов, 1752 тыс. т органических и 2090 тыс. т взвешенных веществ, 23,5 тыс. т СПАВ, 57,5 тыс. т нефтепродуктов, 82 т пестицидов и т. д. Происходит интенсивное иссушение и засоление земель в дельтах рек, глубокая деградация экологических систем. В реки поступает огромное количество соединений фосфора, азота и других веществ, в том числе токсичных, содержащихся в дефолиантах и инсектицидах. Сброс высокоминерализованных коллекторно-дренажных вод обуславливает повышенную минерализацию речного стока. Общее количество бактерий в 1 мл воды превышает предельно допустимую концентрацию в 5—10 раз.

Вещество, вызывающее нарушение норм качества воды (установленные значения показателей качества воды по видам водопользования), называется загрязняющим веществом. Микробное загрязнение вод происходит в результате поступления в водоемы патогенных микроорганизмов. Выделяют также тепловое загрязнение вод в результате поступления теплоты.

Загрязнения, поступающие в сточные воды, условно можно разделить на несколько групп. По физическому состоянию выделяют нерастворимые, коллоидные и растворенные примеси. Кроме того, загрязнения делят на минеральные, органические, бактериальные и биологические.

Минеральные загрязнения обычно представлены песком, глинистыми частицами, частицами руды, шлака, минеральных солей, растворами кислот, щелочей и другими веществами.

Органические загрязнения подразделяются по происхождению на растительные и животные. Растительные органические загрязнения представляют собой остатки

растений, плодов, овощей, злаков, растительного масла и др. Загрязнения животного происхождения — это физиологические выделения людей и животных, остатки тканей животных, клеевые вещества и др.

Бактериальное и биологическое загрязнения свойственны главным образом бытовым сточным водам и стокам некоторых промышленных предприятий (бойни, кожевенные заводы, фабрики первичной обработки шерсти, меховые производства, биофабрики, предприятия микробиологической промышленности и др.).

Бытовые сточные воды включают воды кухонь, туалетных комнат, душевых бань, прачечных, столовых, больниц, хозяйственные воды, которые образуются при мытье помещений, и др. Они поступают из жилых и общественных зданий, бытовых помещений промышленных предприятий и др. В бытовых сточных водах органические вещества составляют 58%, минеральные — 42%.

В промышленном производстве вода используется как теплоноситель, поглотитель, растворитель, как средство транспортировки, а также для разных целей одновременно. Многие предприятия машиностроения, металлообработки, коксохимии, сланцепереработки, тепловые электростанции используют воду для охлаждения. Расходы воды на эти цели достигают 80% от всего количества воды, используемой в производстве. Вода-теплоноситель в технологических процессах главным образом нагревается, а не загрязняется, но при использовании для охлаждения сырья, продукции или оборудования она также загрязняется теми или иными вредными веществами.

На предприятиях нефтехимической и химической промышленности вода используется как растворитель, входит в состав продукции. При этом образуются, как правило, специфические сточные воды. В ряде случаев вода играет роль среды-поглотителя и средства транспортировки (обогащение, мойка, очистка сырья и продукции и т. п.). При этом она загрязняется механическими примесями и растворимыми химическими веществами. На химических, целлюлозно-бумажных и гидролизных заводах, а также на предприятиях легкой и пищевой промышленности вода используется в качестве рабочей среды.

Производство и широкое применение синтетических поверхностно-активных веществ (ПАВ), особенно в со-

ставе моющих средств, обусловило поступление их со сточными водами во многие водоемы, в том числе источники хозяйственно-питьевого водоснабжения. Эти вещества — один из самых распространенных химических загрязнений водоемов. Неэффективность очистки воды от ПАВ на современных водопроводных очистных сооружениях является причиной появления их в питьевой воде водопроводов. Поверхностно-активные вещества могут оказывать отрицательное влияние на качество воды, снижать самоочищающую способность водоемов, а также усиливать неблагоприятное действие других веществ.

Широко распространенными химическими загрязнителями водоемов являются и пестициды, которые поступают в водоемы с дождевыми и талыми водами (поверхностный сток), смываемыми их с растений и почвы, при авиа- и наземной обработке сельскохозяйственных угодий и лесов, при непосредственной обработке водоемов пестицидами, с дренажно-коллекторными водами, образующимися в сельскохозяйственном производстве при выращивании хлопка и риса, со сточными водами, образующимися в сельском хозяйстве в результате применения пестицидов, и стоками предприятий, производящих их.

Степень опасности сноса пестицидов в период обработки сельскохозяйственных угодий зависит от способа применения и формы препарата. При наземной обработке опасность загрязнения водоемов меньше. При авиаобработке препарат может сноситься потоками воздуха на сотни метров и осаждаться на необработанной территории и поверхности водоемов.

Источниками загрязнения поверхностных вод могут быть крупные животноводческие комплексы, сточные воды судов. Последние разделяются на три группы: фановые, или фекальные; хозяйственно-бытовые, включающие стоки от камбузов, душей, прачечных и др.; подсланевые, или нефтесодержащие.

Для фановых сточных вод характерно высокое бактериальное (коли-индекс достигает 10^{10} — 10^{12}) и органическое загрязнение (химическое потребление кислорода достигает 1500—2000 мг/л). Объем фановых вод сравнительно невелик — за сутки, например, на всех судах бассейна Волги он не превышает 5—6 тыс. м³.

Хозяйственно-бытовые сточные воды характеризуют-

ся невысоким органическим загрязнением, но в них ярко выражено бактериальное загрязнение: коли-индекс достигает 10^6 — 10^8 . Их обычно сбрасывают за борт судна по мере образования. Сброс таких вод в зоне санитарной охраны водопроводов запрещен.

Подсланевые воды образуются в машинных отделениях судов. Они отличаются высоким содержанием нефтепродуктов. В последние годы водоемы приняли многие и многие тысячи единиц так называемого маломерного флота (катера, различные лодки с подвесными моторами и др.). Маломерный флот стал серьезным загрязнителем водоемов.

В водоемы и почвы проникают и так называемые супертоксиканты — вещества, представляющие наибольшую опасность для жизни и здоровья людей. Эти суперэкоотоксиканты образуются в целлюлознобумажной промышленности, при производстве агрохимических средств или утилизации химических отходов. Они очень устойчивы, довольно легко циркулируют в природе и через компоненты среды проявляют свое токсическое действие. В ближайшее время необходимо провести систематизацию основных источников суперэкоотоксикантов и организовать эффективный контроль за ними, в том числе в рамках международных конвенций и соглашений.

В рамках программы химической безопасности ВОЗ (Всемирной организации здравоохранения) была рассмотрена проблема диоксина. Установлено, что диоксин, точнее, один из 200 изомеров хлордиоксинов, является самым сильным канцерогеном и мутагеном, обладает всеми видами отдаленных эффектов. Диоксин — самое токсичное вещество из всех синтезированных человечеством, он входил в состав одного из гербицидов, примененных США в войне с Вьетнамом — «оранжевого агента». Диоксин образуется самопроизвольно в химических реакторах в технологическом процессе синтеза различных продуктов хлорированных фенолов при температуре 700—800°C.

Самоочищение водоемов. Интереснейшим явлением природы является способность водоемов к самоочищению и установлению в них так называемого биологического равновесия. Оно обеспечивается совокупной деятельностью населяющих их организмов: бактерий, водорослей, высших водных растений и различных беспозвоночных животных. Одна из важнейших природо-

охранительных задач состоит в том, чтобы поддерживать эту способность.

Каждый водоем — это сложная живая система, где обитают растения и специфические организмы, в том числе и микроорганизмы, которые постоянно размножаются и отмирают. Если в водоем попадают бактерии или химические примеси, то в условиях девственной природы процесс самоочищения протекает быстро, и вода восстанавливает свою первозданную чистоту.

Факторы самоочищения водоемов многочисленны и многообразны. Условно их можно разделить на три группы: физические, химические и биологические.

Среди физических факторов, обуславливающих самоочищение водоемов, первостепенное значение имеет разбавление, растворение и перемешивание поступающих загрязнений. Интенсивное течение рек обеспечивает хорошее перемешивание и снижение концентраций взвешенных частиц. Оседание в воде нерастворимых осадков, а также отстаивание загрязненных вод способствуют самоочищению водоемов. Микроорганизмы в силу собственной тяжести или осаждения на других органических и неорганических частицах постепенно оседают на дно и подвергаются действию других факторов. Увеличение интенсивности действия физических факторов способствует быстрому отмиранию загрязняющей микрофлоры. Исключение составляет температурный фактор. Снижение температуры воды благоприятствует длительному сохранению попадающих в водоемы бактерий и вирусов. Так, в умеренно климатической зоне самоочистка реки происходит на участке 200—300 км от места загрязнения, а на Крайнем Севере — до 2 тыс. км.

Важным физическим фактором самоочищения водоемов является ультрафиолетовое излучение Солнца. Под влиянием этого излучения происходит обеззараживание воды. Эффект обеззараживания основан на прямом губительном воздействии ультрафиолетовых лучей на белковые коллоиды и ферменты протоплазмы микробных клеток. Ультрафиолетовое излучение может воздействовать не только на обычные бактерии, но и на споровые организмы и вирусы.

Из химических факторов самоочищения водоемов следует отметить окисление органических и неорганических веществ. Часто дают оценку самоочищения водо-

ема по отношению к легко окисляемому органическому веществу (определяемому по биохимической потребности кислорода — БПК) или по общему содержанию органических веществ (определяемому по химическому потреблению кислорода — ХПК). Оценку самоочищения производят и по данным определения конкретных соединений или их групп (фенолов, углеводов, смол). Степень самоочищения водоема или отдельных его участков выражается в количествах валового содержания распавшихся веществ (килограммы, тонны) или в процентах от снижения суммы вещества.

Отмиранию микрофлоры могут также способствовать некоторые химические вещества. При этом, кроме патогенных бактерий и вирусов, могут отмирать и микроорганизмы, играющие существенную роль в самоочищении водоемов.

В процессе самоочищения водоема участвуют водоросли, плесневые и дрожжевые грибки. Однако фитопланктон водоема не всегда положительно воздействует на процессы самоочищения. В отдельных случаях массовое развитие сине-зеленых водорослей в искусственных водоемах можно рассматривать как процесс самозагрязнения.

Кроме растений, самоочищению водоемов от бактерий и вирусов могут способствовать представители мира животных. Так, устрицы и некоторые амебы адсорбируют кишечные и другие вирусы. Двустворчатые моллюски — постоянные обитатели водоемов — являются санитарами рек. Пропуская через себя воду, они отфильтровывают взвешенные частицы. Мельчайшие животные и растения, а также органические остатки поступают в их пищеварительную систему, несъедобные вещества оседают на слое слизи, покрывающем поверхность мантии двустворчатых. Слизь по мере загрязнения перемещается к концу раковины и выбрасывается в воду. Комочки ее представляют собой комплексный концентрат для питания микроорганизмов. Они и завершают цепь биологической очистки вод.

Институтом биологической физики Академии наук России были проведены исследования на разных участках р. Оки и сопоставлена численность моллюсков с загрязняемостью водного бассейна. Оказалось, что близ Серпухова, после впадения р. Нары, где плотность моллюсков-фильтраторов незначительна, вода в р. Оке

более мутная. Ниже, на 80-километровом участке, численность перловицы и беззубки резко увеличивается и достигает местами 150 экземпляров на 1 м² дна. Мутность здесь уменьшается на 80%. Ведь каждый моллюск профильтровывает в сутки более 30 л воды, а 150 моллюсков — до 3 м³.

К сожалению, плотность моллюсков значительно уменьшается не только из-за добычи, но и из-за отравления промышленными стоками. Не меньший ущерб наносит моллюскам и уничтожение прибрежной растительности в результате использования на реках некоторых видов водного транспорта. Быстроходные суда создают высокую и крутую волну. Подобно морскому прибою, она обрушивается на берега, подмывает их, выбивает растительность в прибрежной полосе. А эта растительность, как известно, служит нерестовой и питательной средой для многих видов рыб и, кроме того, снижает избыток минеральных солей, будучи их основным потребителем, в том числе и смываемых с полей удобрений. Повышение уровня минерализации, вызванное уничтожением растительности и размывом берегов, в свою очередь, приводит к резкому уменьшению численности моллюсков-фильтраторов, которые весьма чувствительны к засоренности водного бассейна. Таким образом, наряду с прямым воздействием на рыбные запасы, волна от судов снижает способность водоемов к самоочищению.

Чистота водоемов немыслима без охраны растительности. Только на основе глубокого знания экологии каждого водоема, эффективного контроля за развитием населяющих его различных живых организмов можно достигнуть положительных результатов, обеспечить прозрачность и высокую биологическую продуктивность рек, озер и водохранилищ. Неблагоприятно на процессе самоочищения водоемов сказываются такие факторы, как растущее химическое загрязнение водоемов в результате спуска в них промышленных стоков, так как они вызывают торможение окислительных процессов и отмирание микроорганизмов. Процессы самоочищения нарушает также спуск термальных сточных вод крупными тепловыми электростанциями и увеличение поступления биогенных элементов (азота, фосфора и др.).

Все возрастающее потребление воды промышлен-

ностью и сельским хозяйством в ряде мест влечет за собой истощение источников и ухудшение условий разбавления стоков в водоемах.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ АРАЛА, БАЛХАША, ИССЫК-КУЛЯ

«Биосфера — весьма ранимая оболочка Земли. Нарушение известных природных связей ведет к самым тяжелым последствиям. Так произошло, например, с Аральским морем — естественным испарителем пресной воды в самом центре Азиатского материка, смягчающим его климат. Это бессточное солоноватое озеро питали реки Амударья и Сырдарья. Ныне все это в прошлом: обе великие реки Средней Азии, входящие в число 34 крупнейших водных артерий мира, до Арала не доходят.

«Арал» в переводе с казахского — «остров». И верно, море до недавнего времени было своеобразным островом чистой воды в бескрайнем океане степей и пустынь. По прозрачности ученые сравнивали его с Байкальским и Женевским озерами. Жерех, сазан, тарань, вобла, аральский лосось, осетровый шип — вот далеко не полный перечень ныне исчезнувшей ихтиофауны Аральского моря.

Гибель Арала — дело рук человеческих — в ряду мировых экологических катаклизмов ставится на второе место (после угрозы уничтожения тропических лесов в бассейне Амазонки). Последствия исчезновения моря для огромного среднеазиатского региона, да и не только для него, трудно назвать иначе, как ни с чем не сравнимой катастрофой прежде всего потому, что вопрос поставлен о самом существовании людей, населяющих этот регион.

Наиболее тяжелое положение у тех, кто веками жил в нижнем течении Амударьи — более чем миллионного населения Каракалпакии. Дефицит чистой воды здесь таков, что недостает ее даже для питья. В некоторых районах потребление воды в сутки на человека составляет всего 5 л при средней норме 200—300 л. Причем речь идет о воде, минерализация которой (содержание солей) составляет 2—4 г/л, а содержание бактерий превышает предельно допустимые концентрации в 5—10 раз. 60% обследованных в этом регионе детей и взрослых имеют серьезные дефекты здоровья, 80% рожениц

страдают малокровием и анемией, распространены гепатиты и кишечные инфекции, детская смертность намного превышает среднестатистические цифры и в некоторых районах достигает 82 на 1000 новорожденных. Появились и совсем неизвестные здесь прежде заболевания, такие, например, как желчно-каменная и почечно-каменная болезни.

Все это — печальные последствия резкого обострения экологической обстановки в Приаралье. Прогрессирующее опустынивание, засоление и деградация некогда плодородных земель, характерные, впрочем, и для других областей Средней Азии, — грозные признаки беды, для борьбы с которой потребуются огромные усилия и средства.

Арал становится пробным камнем способности нашего общества справиться с обостряющимся конфликтом между человеком и природой. Поэтому проблема Арала волнует не только жителей Средней Азии, но и все человечество.

Приток воды в Аральское море, до 60-х годов уравновешивавший испарение (около $65 \text{ км}^3/\text{год}$), в последнее время составлял от нуля до $20 \text{ км}^3/\text{год}$. Основная причина — увеличение расхода воды на орошение, новые, несовершенные ирригационные системы и водохранилища, которые разбирают и испаряют воду на пути к морю. В результате уровень Аральского моря к настоящему времени понизился по сравнению с уровнем 1957 г. (тогда абсолютная отметка составляла 53 м) более чем на 14 м.

Площадь моря уменьшилась с $66,5 \text{ тыс. км}^2$ примерно до 36 тыс. км^2 , а объем воды с 1000 км^3 почти до 330 км^3 . Соленость воды за это время повысилась с 8—14 г/л до 25—50 г/л. Полностью вышла из воды отмель, разделяющая Арал на Малый (Северный) и Большой. Изменила свое русло Сырдарья и впадает теперь не в Большой Арал, как раньше, а в Малый Арал. В значительной мере оголилась меридиональная гряда, разделяющая Большой Арал на восточную и западную части.

Бывшее дно моря представляет собой пустыню. Время от времени над ней бушуют пылевые и солевые бури. Пресноводная рыба, добыча которой раньше составляла более 40 тыс. т в год, практически исчезла. Из-за большой солености воду не могут пить животные.

Площадь обнажившегося дна — около 3 млн га. И эти безжизненные, покрытые соленым песком пространства расширяются. Пылевые и солевые бури в Приаралье стали обычными. По данным лаборатории космического мониторинга Гидрометцентра и Средазгидрометеослужбы, ежегодно за пределы Приаралья ветер выносит около 72 млн т соли. Эта едкая пыль уносится в южном направлении на расстояние до 500 км, в восточном — до Янгиюльского района Узбекистана, что близ Ташкента, оседает она и в Тянь-Шане, и на Памире, где берут начало Амударья и Сырдарья. А ведь их воду пьют миллионы людей, живущих в Казахстане, Туркмении, Узбекистане, Таджикистане.

Исходя из этих научно обоснованных данных, нетрудно представить себе, что ждет нас в будущем. Ведь уже сегодня общее количество солей, выпадающих за год на поверхность почвы в Приаралье, достигло в среднем 520 кг/га, что послужило одной из причин деградации почвы, а в Каракалпакии, Кызыл-Ординской и Ташаузской областях тяжелейшая обстановка сказалась на здоровье людей.

Ученые-лесоводы, обследовав обнажившееся дно Аральского моря, пришли к выводу, что на почвах легкого механического состава можно вырастить лес, провести широкую фитомелиорацию. Опыт закрепления песков накоплен в Институте пустынь Академии наук Туркмении.

Работы на осушенном дне Аральского моря начали проводить с 1981 года. Доказана возможность его лесомелиоративного освоения путем посева и посадки пустынных пород деревьев и кустарников — саксаула, кандыма, черкеза. Теперь на этих зеленых островках селятся птицы, пресмыкающиеся, возникла новая экосистема со своим биогеоценозом. Изданы и рекомендации по лесомелиоративному освоению южной части осушенного дна, разработан проект закрепления подвижных песков и посадки сеянцев пустынных пород растений на 326 га бывшего дна залива Рыбацкий. Муйнакский лесхоз уже проводит эту работу. Приступили и к изучению технологий создания защитных насаждений. Испытывались саксаул черный и белый, черкез, кандым, чогон, боялыч, терескен, кейреук. Через четыре года на одном гектаре угодий прижились до тысячи растений, а на отдельных участках и более. Саженьцы достигли

двухметровой высоты, развили густые кроны, цвели и плодоносили, а это значит, что вскоре начнется самосев лесных пород, и их количество дойдет до трех тысяч на гектаре. Такой процесс наблюдается на осушенном дне бывших Муйнакского и Рыбацкого заливов.

Новое поколение пустынных растений позволит полностью закрепить верхний слой грунта на данной территории, предохранить его от выноса ветром. Высаженные культуры через два-три года образуют значительный запас зеленой массы — 4—5 ц/га. В пятилетнем возрасте этот запас достигает уже более 7—10 ц/га. Без помощи человека на такое самозаращение ушли бы многие годы. Но подвижные пески не ждут. Пустыня, если ее не остановить вовремя, быстро начинает расширять свои границы. Значит, принимать меры против опустынивания необходимо немедленно. Создание защитных лесонасаждений — единственный способ преградить дорогу пескам и пыльным бурям.

Академик А. С. Берг в своей книге «Аральское море», написанной еще в начале века, предостерегал, что в случае высыхания водоема на его дне образуется слой соли. Сильные здешние ветры поднимут ее и перенесут за многие сотни километров от Арала. Она оседет даже на ледниках Памира, где берут начало реки, питающие море. Начнутся необратимые катастрофические процессы. Так оно и вышло. Катастрофа стала реальностью.

На современном уровне высота воды в Арале может стабилизироваться только в том случае, если приток в море увеличится до 30—35 км³/год, то есть до уровня испарения с новой площади моря. Но даже самые оптимистические прогнозы обещают довести приток к 2000 г. только до 15—17 км³/год и к 2005 г. до 20—21 км³/год. Поэтому уровень воды будет снижаться. За пять месяцев 1989 г. через дельту Амударьи прошло лишь 0,4 км³ воды. В то же время лишь санитарный пропуск воды, абсолютно необходимый для того, чтобы разбавить до сравнительно безопасных концентраций ядовитый «суп» из минеральных удобрений, пестицидов и гербицидов, смываемых с полей, должен быть не менее 3,5 км³.

Некоторые ученые предлагают возвращать Аралу дренажные воды, которые стекают с полей после орошения или промывки почвы. Их сток может достичь в

общей сложности 10 км³. Каналы-коллекторы, проложенные справа и слева от русла Амударьи, понесут от ее среднего течения к морю эти стоки — воды, изъятые из накопителей, подобных Сарыкамышскому озеру.

С начала 60-х годов Сарыкамышская впадина заполняется солоноватыми коллекторно-дренажными водами Хорезмского и Ташаузского оазисов. К 1987 г. площадь озера достигла 3000 км². При стабилизации уровня озера к 2000 г. средняя скорость подъема уровня грунтовых вод составит 10—30 см в год. В результате ожидается увеличение площадей солончаков в южной части впадины, бурное развитие влаголюбивой растительности, активизация абразионных процессов на берегах. Прекращение сброса коллекторно-дренажных вод в Амударью скажется положительно на качестве вод реки и судьбе Аральского моря.

До 1960 г., когда началось интенсивное расширение площадей поливных земель, годовой сток рек содержал 50 млн т солей, 20 млн из которых осаждалось через оросительные системы и по берегам, а остальные 30 млн т поступали в Арал. Сейчас картина изменилась. В дополнение к природным 50 млн добавилось еще 80 млн т солей, вымываемых с полей оросительными каналами. Причем на эти самые поля пестициды и минеральные удобрения вносились в поражающих воображение дозах: по Средней Азии в целом 35 кг/га, по Узбекистану — 54 кг/га (для сравнения, по Прибалтике — 0,3 кг, в среднем по СНГ — 3 кг).

Довольно легко представить, что аральскую воду в самом недалеком будущем по составу трудно будет отличить от воды Сарыкамыша, где сейчас концентрация солей в 2,5 раза выше, чем в Арале, и вода намного ядовитее. Пять кубокилометров сбросных вод для подпитки Арала должны проделать по каждому из коллекторов почти тысячекилометровый путь. Однако не вся вода дойдет до моря. Какую же ее часть поглотит естественная фильтрация в почву?

Наиболее крупный в Средней Азии Каракумский канал теряет на фильтрацию, по разным оценкам, от 18 до 47% переносимого объема воды. Именно это стало причиной образования соленых болот в пустыне и подтопления почв в районе Ашхабада. 1100-километровый Каракумский канал забирает ежегодно из Амударьи около 27 км³ воды. Но на орошение используется только

десять. А непосредственно на поля, с учетом низкого кпд ирригационных систем, и вовсе попадает не больше семи. Вот откуда берутся те многочисленные озера вокруг канала, что хорошо видны на сделанных из космоса фотоснимках. В ряде случаев это вышедшая на поверхность грунтовая вода. Но нередко эти озера наполняются водой, сброшенной в пески прямо из переполненного канала. Ширина его неимоверно размытого русла местами достигает 500 и более метров, т. е. в 4—5 раз больше проектного сечения. Канал проходит по сплошным пескам, не имея никакой облицовки. Как показали исследования, зона повышенного увлажнения простирается до 1,5—2 км по обе стороны от канала. Умножим теперь это на 1100 км — длину всей трассы. Почти 4,5 тыс. км² мертвой земли.

Рядом со столицей Туркмении находится госплемзавод, весь поселок которого плывет в прямом смысле этого слова: вода заполняет подвалы, подтапливает дома. В Туркмении, по официальным данным, подтоплено 465 населенных пунктов. А вокруг Ашхабада в дополнение к десяткам уже действующих пробурили еще 15 скважин — для откачки грунтовых вод. И это посреди знойной пустыни, где на тысячу километров вокруг, кроме Каракумского канала, вообще нет крупных источников воды. Целые рощи подчас погибают не от засухи, а от переувлажнения почвы, поверхность которой сплошь и рядом покрыта белой коркой соли.

По данным мелиоративного кадастра Туркмении, около 700 тыс. га, т. е. больше половины всех орошаемых земель, находится в крайне неудовлетворительном состоянии и требует проведения срочных мелиоративных мероприятий. Причем следует иметь в виду, что это отнюдь не полная картина истинных масштабов засоления: солевая съемка охватывает далеко не всю площадь орошения. В кадастре не учитывают подтопление соседних с орошаемыми массивами земель. А ведь каждый «поплывший» гектар пашни точно так же поднимает грунтовые воды и на соседнем гектаре целины. Истинные цифры засоления как минимум в два раза выше тех, что указаны в официальных ведомственных документах. Земля истерзана эрозией. Каналы и коллекторы с осыпавшимися откосами, заросшими растительностью, чаще всего похожи на заброшенные окопы. А ведь они громко именуются инженерными сооружения-

ми. В Марыйской области, например, облицовано чуть больше 8% всей оросительной сети, а в Чарджоуской и того меньше — лишь сотая часть.

Дренаж — осушение почвы посредством системы траншей или труб — судя по всему, только начал приживаться в туркменской мелиорации. Огромный Хаузаханский массив в Марыйской области — 90 тыс. га — создавали вообще без коллекторно-дренажной сети. Каждое хозяйство прокладывало свои каналы, которые нередко шли параллельно, буквально в десятке метров друг от друга. И лишь несколько лет назад, когда массив оказался на краю гибели, на нем образовали 9 специализированных хозяйств. Реконструкция оросительной системы осуществлена только на 2,5 тыс. га, хотя восстанавливать утерянное плодородие необходимо на большей части земли.

Строительство Ташаузской ветки Тюямуюнского канала обошлось почти в 250 млн руб. Огромный канал 180-километровой дугой пролег по пескам в обход Узбекистана. На пути его пересечения с магистральными коллекторами были сооружены гигантские бетонные акведуки. И все это лишь для того, чтобы Ташаузская область имела собственный доступ к амударьинской воде: до этого ташаузцы получали ее по каналам, проложенным напрямую по территории Узбекистана. Однако этот необлицованный канал длиной 145 км создает новые крупные массивы подтопления. Причем в первую очередь страдает соседняя Хорезмская область, так как канал проложен по более высоким отметкам, а Хорезмский оазис давно уже страдает от собственной избыточной влаги. Здесь, как и в других областях Узбекистана, все те же проблемы с облицовкой оросителей и нехваткой коллекторно-дренажной сети. Отсюда и превышение оросительных норм, и стремительное засоление земель, по масштабам которого Узбекистан успешно конкурирует с Туркменией.

Сегодня сильно засоленных гектаров перевалило за 1 млн га, хотя еще в 1980 г. их было менее 600 тыс. Если и дальше омертвление земель пойдет такими же темпами, то к 2000 г. общая площадь сильного засоления увеличится еще на 600—700 тыс. га. Перспектива мрачновата, но вполне реальна, ибо создается впечатление, что не прилагается никаких усилий, чтобы остановить этот процесс. По расчетам специалистов, в Узбеки-

стане уже сейчас в срочной реконструкции нуждаются 2 млн га. Комплексную реконструкцию пашни удалось провести лишь на 42 тыс. га. При таких темпах на оздоровление хотя бы основной части полей потребуется более полувека.

На территории Каракалпакстана в результате подтопления возникли десятки отравленных озер. На его территории находится почти полмиллиона гектаров орошаемых земель, что составляет примерно шестую часть Бельгии. Общая протяженность оросительных сетей — около 23 тыс. км, и лишь 50 км из них имеют противодиффузионную одежду. Обеспеченность коллекторно-дренажной сетью вдвое ниже нормы. К тому же Каракалпакия лежит гораздо ниже других областей над уровнем моря, что позволяет соседям почти на законных основаниях транспортировать сюда по длиннейшим коллекторам отравленные дренажные воды. Но, пожалуй, больше всего отравы приносит сюда сама Амударья.

Все реки в мире являются природными коллекторами, поскольку веками прокладывают себе русло по самым низким местам. Не потому ли при создании на берегах Амударьи орошаемых массивов мелиораторы не утруждали себя особыми раздумьями о судьбе дренажных вод и сразу же выводили коллекторы в русло Аму. Но даже там, где этого не делали, сбросная вода по законам природы все равно просачивалась в реку.

На левобережье Амударьи полным ходом сооружаются промышленные гиганты. В сторону Мары тянут коллектор. Навстречу из Марыйской области прокладывают Главный Мургабский коллектор. Где-то в песках, по мысли туркменских проектировщиков, они соединятся и понесут свои соленые воды в огромную, объемом около 100 км³ впадину посреди Каракумов. Возникнет еще одно отравленное море. По оценке ученых, такие «начиненные» тяжелыми металлами, фенолами, пестицидами и прочими агрессивными веществами водоемы вкупе с бескрайними рукотворными болотами могут значительно ухудшить климат Каракумов. Последствия таких глобальных «экспериментов» непредсказуемы. В случае реализации этого проекта Арал уже никогда не получит эту, пусть даже и неочищенную, воду, а растечется она по пустыне и превратится в ядовитые испарения.

Таковыми же бесполезными источниками испарения

(только не ядовитыми) являются искусственные водохранилища в бассейнах Амударьи и Сырдарьи. Ежегодно с их громадных зеркал испаряется до 5 км^3 столь нужной Аралу воды.

По самым скромным подсчетам специалистов, учитывая истинные КПД систем, на фильтрацию и испарение на поливных массивах бассейнов Сырдарьи и Амударьи ежегодно теряется от 35 до 40 км^3 воды, что составляет почти половину общего стока рек. Во всевозможные понижения и впадины посреди пустыни, по разным оценкам, стекает от 5 до 10 км^3 коллекторно-дренажных вод. 5 км^3 испаряются с поверхности рукотворных водохранилищ. Эти водоемы уже затопили сотни тысяч плодородных гектаров, о нехватке которых теперь заговорили иные вдохновители недавнего массивованного наступления на пустыню. Возьмем нижние пределы приведенных оценок. Получается, что как минимум 45 км^3 воды расходуется впустую, в то время как Арал погибает.

Судя по статистическим данным, львиную долю высококачественного тонковолокнистого хлопка дают стране Сурхандарьинская область и некоторые другие районы, относительно благополучные в мелиоративном отношении и расположенные в основном в верховьях обеих рек. Во всех остальных случаях речь идет о хлопке-сырце, далеко по своему качеству от мировых стандартов. Да и урожайность его невысока. Например, со многих полей в Каршинской степи собирают всего по 8—10 ц/га.

В залитой водой Каракалпакии урожай несколько выше, но, даже по официальным данным, лишь пятая часть здешнего хлопка идет первым сортом. Так стоит ли платить за него такую высокую цену? Недаром ведущие почвоведы и экологи страны призывают сосредоточить внимание на более продуктивных землях, где, применяя прогрессивные технологии, можно добиться высоких результатов, покрывая тем самым «недостачу» ликвидированных полей. Ведь получают же на отдельных полях Ферганской области по 50—55 ц/га. Под такой урожай посевы можно и расширить. Тем более что закрытый дренаж позволяет, не меняя контуров поля, на 15—20% увеличить площадь пашни. В качестве редкого примера можно привести колхоз «Тезе ел» Каракумского района Марыйской области, где в расчете на 1 га обо-

шаемых полей приходится около 40 пог. м дренажа с преобладанием закрытой сети. Здесь и урожаи неплохие, и прекратилось вторичное засоление земель. К тому же практически отпала надобность в зимних промывных поливах. А ведь на промывку почв повсеместно тратят почти четверть всей забираемой на сельскохозяйственные нужды воды.

Многое из сказанного относится и к рису. Посевы этой самой влаголюбивой культуры занимают в Средней Азии около 300 тыс. га. Однако в иных хозяйствах выращивают такой рис, что даже на технические нужды его можно использовать с трудом. В зоне Арала можно безболезненно отказаться от посевов риса, а так как на гектар его тратится в среднем по 30—35 тыс. м³ воды, это позволит сэкономить ее больше 10 км³.

Есть и менее категоричные высказывания ученых. Однако большинство сходится на том, что необходимо ликвидировать как минимум половину наиболее убогих рисовых севооборотов. А в результате вкупе с сокращением посевов хлопчатника дополнительно направить в Арал около 10 км³ воды. Итого общий резерв для подпитки моря составит не менее 55 км³, а по подсчетам ученых, для его постепенного восстановления в былых границах может быть достаточно и пятидесяти.

Разработана автоматизированная система управления водными ресурсами в бассейне Аму. В основе технических решений, разработанных научными центрами Узбекистана, лежит использование искусственных спутников типа «Горизонт». Управление и контроль за всей системой предполагается осуществлять с центрального диспетчерского пункта в Ургенче. Затраченные на это средства окупятся за 5—6 лет. Ведь внедрение АСУ позволит ежегодно экономить до 10% годового стока Амударьи и Сырдарьи, а это больше 10 км³.

Среди многих прогнозов о судьбе Аральского моря и развитии энергетики в Средней Азии высказана весьма спорная мысль: для помощи Аральскому морю целиком спустить Сарезское озеро, которое, дескать, как дамоклов меч висит над Средней Азией.

История возникновения этого озера такова. Жители кишлака Усой в долине реки Мургаб так никогда и не узнали, какая беда нависла над их селением в ночь с 19 на 20 февраля 1911 г. Все, а их было около двухсот, погибли. Случилось девятибалльное землетрясение, и

часть горы объемом 3 км³ как на полозьях сползла в долину, погребла под собой кишлак и перегородила реку. До сих пор так и не выяснено — землетрясение ли вызвало обвал или обвал вызвал землетрясение. Только зафиксирован этот факт был в Пулкове, за тысячи километров от эпицентра.

Высота образовавшейся в результате трехкилометровой Усойской плотины достигает 550 м. За плотиной стала накапливаться вода. Через год она начала подтапливать кишлак Сарез. Пришлось его жителям оставить родные места. Из года в год озеро увеличилось. А через тридцать лет заполнились овалы — Сарезское и Шадау. Одно пронзительно синего, другое — бирюзового цвета. Длина Сареза превышает 60 км, максимальная ширина 3 км, глубина же местами достигает 500 м.

Вскоре после катастрофы Усойский завал стал предметом постоянного наблюдения и изучения. То, что озера расположены на высоте более 3 тыс. м в труднодоступном районе Центрального Памира, не останавливало исследователей. Около 50 м³ воды попадает ежесекундно в озеро: его питают реки, стекающие с ледников. Почти столько же фильтруется через завал и испаряется. Озеро существует более 80 лет, но выдержит ли в дальнейшем колоссальный напор воды искусственная плотина?

Имеется предложение поддержать Сарезом уровень Арала. Но спасение одного объекта природы за счет другого нигде себя не оправдывало, так как при таком подходе всюду нарушается природное равновесие. Сарезское озеро и так помогает Аралу, делая сток Амударьи более равномерным. Спуск же всей массы воды с засушливого Памира только нарушит этот полезный механизм и ухудшит климатические условия региона.

В Средней Азии до сих пор нет ни одного высокогорного заповедника, где бы охранялись не только флора и фауна, но и весь ландшафтный комплекс. Пожалуй, нет места более подходящего для его создания, чем район Сарезского озера. Только по недоразумению можно рассматривать его как энергетический или водохозяйственный объект. Необходимы активные действия в защиту Сареза, пересмотр чисто технократических взглядов, все еще проявляющихся по отношению к природе. Одним из первоочередных действий могло бы быть

создание Сарезского национального парка с соответствующим его обустройством и системой охранных мероприятий, что будет способствовать сохранению природного потенциала Памира и экологического равновесия во всем Аральском бассейне. Сарез нужен таким, каким создала его природа. Но нельзя забывать и то, что эта высокогорная жемчужина нуждается в постоянных наблюдениях и представляет собой потенциальную опасность.

Нельзя не учитывать и того, что за свою историю Арал не раз уже усыхал и наполнялся вновь. Научно подтверждено, что за 100 веков было девять таких циклов. Море отступало, меняло форму, даже полностью исчезало. Но, увы, этот природный фактор никто и никогда всерьез не воспринимал. А он может оказаться решающим. Земная кора движется. Данные космических съемок фиксируют ее «дыхание» по всему бассейну Арала. Одни участки прогибаются со скоростью до 7 м в год, другие с не меньшей интенсивностью поднимаются. Море как бы плещется в гигантских дрожащих ладонях и... утекает сквозь пальцы — разломы земной коры.

Утечка воды создает подпор подземной влаги, заболачивание и подтопление огромных участков Ферганской долины и Голодной степи. А Бухарская и Кашкадарьинская области почти целиком стоят на «подпоре». Перераспределение поверхностного и подземного стоков Амударьи и Сырдарьи ведет одновременно и к опустыниванию многих прежде плодородных земель, изменению климата.

Непродуманная деятельность, волюнтаристское вмешательство в природу за последние четверть века, безусловно, ускорили катастрофу. Все водохранилища построены на сгруктурах, которые поднимаются, перекрывая, таким образом, естественный ток влаги, и она растекается в прогибах. Если не принять экстренных мер по ее перераспределению, то вместо Арала могут появиться новые моря там, где сейчас стоят города.

Ученые предлагают перераспределять воду. Но не поверхностную, перекачивая Каспий или Обь в Арал, а подземную. На территории среднеазиатских государств и части Казахстана обнаружено 15 самостоятельных подземных емкостей, связанных с бассейном Аральского моря. Это как раз те самые подземные резервуары,

которые образовались за счет подъемов-прогибов земной коры. Только в девяти, рекомендуемых учеными для пополнения моря, накоплено около 65 тыс. км³ воды. Этого объема более чем достаточно для восстановления Арала.

Влага из подземных хранилищ, очищенная естественными фильтрами, отменного качества. Она поможет решить и проблему питьевой воды в Приаралье. Никакой другой проект этого не дает. Но как подступиться к подземным пресным морям? Добиться этого можно с помощью системы точечных или линейных водозаборов. Возможно использование 12 тыс. уже имеющихся недействующих скважин. Всего же, по расчетам ученых, необходимо около 50 тыс. скважин для забора 100 км³ воды в год.

Потребуется сооружение водоводов и строительство обводных каналов. Но общие затраты на восстановление Арала окажутся даже меньше, чем предусмотрено выделить на эти цели. Сэкономленные миллиарды можно направить на удовлетворение социальных нужд населения.

Если откачивать подземные воды равномерно в пределах всего бассейна, то вреда не будет вовсе. Мировая практика убеждает в правильности этого решения. В Северной Африке потребление подземных запасов в общем водном балансе достигает 80%, в Индии уже более 60%, в США превышает 30%.

Когда природный катаклизм завершит свой цикл, и море начнет естественно возрождаться, скважины можно будет законсервировать до следующего «тысячелетнего» высыхания, чтобы подземные резервуары вновь постепенно наполнились.

Почти 20 лет усыхает и засоляется уникальное озеро Балхаш. Озеро гибнет, и это грозит непредсказуемыми экологическими последствиями. В последнее время обнаружилась новая проблема: из-за загрязнения воды пестицидами и соединениями тяжелых металлов неожиданно стал «лысеть» лещ — последняя рыба озера. После лова он легко, без применения ножа, теряет чешую. Ихтиологи говорят, что вслед за чешуей рыба начнет терять и плавники.

Что же происходит с Балхашем? Как он оказался на грани уничтожения? Сегодня уже совершенно ясно, что приговор озеру был вынесен еще в 50-е годы, когда в стране развернулось массовое строительство рукотвор-

ных морей и гигантских электростанций. Многие из них сооружались не столько из практических соображений, сколько из престижных стремлений обойти в ненужной, изнурительной гонке соседние республики и регионы. Было решено путем закупки реки Или, питающей Балхаш, создать недалеко от Алматы свое водохранилище объемом 28 млрд м³ и установить на его берегу Капчагайскую ГЭС. По мнению некоторых ученых, идея носила авантюристический характер, и немудрено, что первый проект гидроэлектростанции отклонили. Но со временем его все же извлекли из архива и начали строительство. Реку перекрыли, и над Балхашем нависла реальная угроза уничтожения. Однако многие все чаще задавались вопросом: что же будет с озером? Тревога нарастала, и в 1969 г. Совет Министров Казахстана вынужден был создать комиссию во главе с президентом Академии наук республики. Коренных решений ею принято не было и реальной помощи озеру не оказали. В естественном же виде оно существовать уже не может. Уровень воды в нем стремительно упал, кое-где обнажилось дно. Намного сократились рыбные запасы.

Изучая возможности спасения Балхаша, ученые в качестве одной из экстренных мер предложили соорудить в Узун-Арале земляную перемычку, которая бы разделила озеро на две части. В какой-то степени это было бы выходом из положения, но только в том случае, если жить по принципу: после нас хоть потоп. В первый год с помощью перемычки уровень воды в западном Балхаше действительно поднялся бы, восстановились бы некоторые высохшие заливы, появились тростники и нерестилища. Но через некоторое время вода превратилась бы в соленую жижу, высох бы восточный Балхаш, и оттуда задули бы пыльно-соляные бури. Поэтому против перемычки восстали многие ученые и общественность. От этой затеи пришлось отказаться. Стали искать другие способы решения проблемы, но до сих пор так и не нашли.

Вмешательство в природу Или-Балхашского бассейна характеризуется не только непродуманностью, но и крайней поспешностью. Считалось, что с сооружением Капчагайского водохранилища сельское хозяйство Казахстана получит около 500 тыс. га орошаемых земель, где разместятся 60 новых овощеводческих хозяйств. Однако площадь орошения с трудом достигла 30 тыс.

га и из 7 млрд руб., вложенных в их освоение, удалось вернуть лишь полмиллиарда.

Чтобы хоть как-то компенсировать урон, нанесенный природе огромного региона, строится Бестибюнское водохранилище, проектируется Куланбасское водохранилище ниже Капчагая, разворачиваются дорогостоящие земляные работы в дельте Или. Эти проекты предусматривают огромные расходы и вряд ли будут эффективны. По подсчетам ученых, только на реконструкцию оросительных систем, созданных поспешно и примитивно, придется затратить огромные деньги, и растянется она на десять-пятнадцать лет. А каков же будет результат? Сэкономится 0,5 км³ воды, что в три раза меньше, чем ее испаряется с площади Капчагайского водохранилища.

Казалось бы, наконец-то стало ясно: чем разумнее наши взаимоотношения с природой, тем меньше экономические и экологические потери. В природопреобразующей деятельности нельзя исходить из сиюминутных выгод. Балхаш надо спасать — это несомненно. Нельзя допустить, чтобы одно из уникальных творений природы исчезло навсегда.

Все громче звучат трезвые голоса ученых, писателей, представителей общественности в защиту озера. Судьбой его занимаются сейчас специальная комиссия АН Казахстана и Комитет по проблемам Арала и Балхаша, образованный писательской организацией. Но озеро до сих пор не получило реальной помощи.

Задача сохранения чистоты и целостности озера Иссык-Куль также непроста. В него впадает множество речек, но ни одна не вытекает. Озерная котловина бессточная, замкнутая. Зеркало его вод с 1860 г., когда начались регулярные наблюдения, снизилось на 12 м. Но за 40 лет (до 1900 г.) уровень озера упал примерно на 8 м, а за последующие почти 90 лет — всего на 4. Темпы его снижения стали незначительными, хотя это были годы интенсивного освоения берегов и разбора воды рек на орошение.

Иссык-Куль как бы вздымает и опускает свою гладь в вековом ритме. На памяти людей уровень его вод был намного ниже. На дне озера сохранились долины рек, служащие продолжением ныне текущих. Берега их круты. Значит, они ушли под воду относительно недавно. Пока колебания Иссык-Куля имеют в основном природный характер. Сами по себе они не катастрофичны.

Логично ожидать, что максимальные темпы повышения уровня будут не ниже, чем падения в прошлом веке, — 2 м за 10 лет. Однако не исключено, что и больше. Если же будет продолжаться природное снижение уровня озера, разбор воды на орошение может наложиться на него, и произойдет природное нарушение экологического баланса. В результате обсохнут пляжи, обмелеют причалы в Рыбачьем и Пржевальске. Поэтому необходимо разработать план земле- и водопользования, который учитывал бы экологические ограничения. Влаголюбивые культуры при уменьшении притока воды следует заменять менее водоемкими. Можно сеять люцерну или кукурузу, а можно разводить сады. Расход воды при этом будет различен. Поэтому социально-экономический механизм регуляции должен быть гибким. Те же сады в местах развития индустрии отдыха куда нужнее и экономически выгоднее, да и экологически целесообразнее, чем посевы кукурузы или пшеницы.

Важно подумать и о каскаде малых и средних ГЭС с тем, чтобы навести порядок в местном землепользовании (оно всегда требует большого количества энергии). Вдоль озера необходимо построить канализационный коллектор с очисткой и сбросом сточных вод за пределы Иссык-Кульской котловины.

Большое значение имеет детально разработанная инфраструктура Иссык-Кульского территориально-производственного и рекреационного комплексов, такое их сочетание, чтобы хозяйственные нужды и индустрия отдыха не входили в противоречие друг с другом, как на некоторых других курортах, где промышленность грозит свести на нет оздоровительные силы природы.

Пока же правительство Кыргызстана приняло решение ограничить въезд в курортную зону. Это вызвано ухудшением экологической обстановки, загрязнением воздушной среды, возросшим потоком автотранспорта. Но есть и более глубокие причины. Многие годы в республике лишь ведутся разговоры о необходимости строительства гостиниц, мест отдыха, стоянок и кемпингов. Приезд десятков тысяч неорганизованных отдыхающих ухудшает и без того неблагоприятную экологическую обстановку.

ОСНОВЫ ВОДНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА И ОХРАНА ВОДОЕМОВ

Космонавты говорят, что Земля из космоса кажется голубой. С той же высоты можно увидеть и другое. Многие нити рек с годами блекнут, становятся тоньше, а кое-где и обрываются либо завязываются узлами. Что же с ними происходит? Человек неразумно вмешивается в живую ткань природы. Он сводит с берегов рек зеленые массивы, смыкает в русло почву с полей, сбрасывает в реки неочищенные стоки.

В последнее время водное хозяйство развивалось во многом не так, как требовали интересы экологии. Главное — неоправданно велики были масштабы гидротехнического строительства, включая орошение и осушение. Недальновидные попытки создания сверхкрупных мелиоративных объектов, гигантомания в преобразовании природы болезненно сказались и на хозяйстве, и на самом человеке. В результате многомиллиардные средства не давали нужной отдачи, отвлекались от тех областей, где они могли бы обеспечить быстрый и надежный эффект. Необходимо изменить сам подход к эксплуатации водных ресурсов, перейти к оценке конечной продуктивности мероприятий при тщательном учете затрат и последствий. Будущее, безусловно, за мелиоративными системами ограниченных размеров, базирующимися на местном стоке и максимально вписывающимися в сложившиеся пространства.

Бурное развитие промышленности, рост городов, программа орошения земель требуют резкого увеличения расхода воды. А водные ресурсы, как известно, не беспредельны. Поэтому охрана и бережное расходование их приобретают исключительно важное значение.

В «Основах водного законодательства» содержатся обязательные для министерств, ведомств, государственных органов, предприятий, учреждений, организаций и граждан наиболее общие положения о порядке использования и охраны рек, озер, морей, водохранилищ и других поверхностных и подземных водных объектов. По сравнению с другими законами и правовыми актами, регулирующими использование и охрану вод, «Основы» обладают высшей юридической силой. Все законодательные нормы, вступающие в противоречие с ними, подлежат отмене. Поэтому новые акты водного законодатель-

ства должны разрабатываться в полном соответствии с «Основами». Рассмотрим некоторые положения «Основ водного законодательства» Республики Узбекистан.

Все воды Республики составляют единый государственный водный фонд. В единый государственный фонд включаются находящиеся на ее территории поверхностные и подземные воды, ледники и внутренние моря.

В статье 1 «Основ водного законодательства» говорится, что задачами его являются регулирование водных отношений в целях обеспечения рационального использования вод для нужд населения и народного хозяйства, охрана вод от загрязнения, засорения и истощения, предупреждение и ликвидация вредного воздействия вод, улучшение состояния водных объектов, а также охрана прав предприятий, организаций, учреждений и граждан, укрепление законности в области водных отношений.

В «Основах» закреплен принцип первоочередного удовлетворения хозяйственно-питьевых потребностей населения. Этот принцип означает, что промышленный, сельскохозяйственный или какой-либо другой вид эксплуатации водных объектов не должен препятствовать хозяйственно-питьевому водоснабжению населения.

Борьба против загрязнения, засорения и истощения вод должна проводиться всеми доступными в современных условиях мерами и средствами, путем осуществления предупредительных мер по охране вод и ликвидации существующих причин их загрязнения, засорения и истощения. «Основы водного законодательства» запрещают вводить в эксплуатацию предприятия, цехи, агрегаты, коммунальные и другие объекты, если они не обеспечены устройствами, предотвращающими загрязнение вод.

«Основы» обязывают предприятия, организации и учреждения не допускать загрязнения и засорения поверхности водосборов, ледяного покрова водоемов и поверхности ледников производственными, бытовыми и другими отходами и отбросами. Управления государственных водохозяйственных систем, колхозы, фермерские хозяйства, предприятия, организации и учреждения обязаны предотвращать загрязнение вод удобрениями и ядохимикатами.

Все промышленные предприятия, которые пользуются водами, обязаны принимать меры к уменьшению их расхода и прекращению сброса сточных вод путем со-

вершенствования технологии производства и схем водоснабжения, развивать безводные технологические процессы, заменять водяное охлаждение воздушным, внедрять оборотное водоснабжение и другие технические приемы, исключаящие сброс сточных вод. Должны быть созданы технически совершенные очистные сооружения и устройства, обеспечивающие надлежащую очистку сточных вод от загрязняющих веществ. «Основы» предусматривают, что сброс сточных вод допускается только с разрешения органов по регулированию использования и охране вод и при условии, что он не приведет к увеличению содержания в водном бассейне загрязняющих веществ свыше установленных норм.

Значительное место в «Водном законодательстве» уделено вопросам государственного учета и планирования потребления вод. Первоочередными задачами учета вод является установление имеющегося количества и качества, а также данных об использовании вод для нужд населения и народного хозяйства. С этой целью введена ежегодная статистическая отчетность, которая позволяет судить не только о количестве забранной из источников воды, но и о ее тратах на различные цели, а также иметь данные о количестве вредных веществ, вносимых в водоемы сточными водами.

Все эти материалы необходимы для научно обоснованного планирования потребления воды и ее правильного распределения по потребителям, а также для разработки новых водохозяйственных и водоохраных мероприятий. При планировании учитывают также данные Государственного водного кадастра, включающего количественную и качественную характеристику водных ресурсов, регистрацию водопользований, и сведения об учете использования вод в водохозяйственных балансах, составляемых по бассейнам рек и экономическим районам. Должна четко действовать единая система Государственного водного кадастра.

Важнейшей составной частью современного «Водно-санитарного законодательства» являются гигиенические нормативы — предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воде водоемов. Соблюдение ПДК обеспечивает безопасность для здоровья населения и благоприятные условия санитарно-бытового водопользования. Они являются критерием эффективности различных мероприятий по охране водоемов от загрязнения.

В настоящее время ПДК установлены для более чем 1300 веществ.

Водоемы (реки, ручьи, водохранилища, озера, пруды, искусственные каналы) используются для хозяйственно-питьевого водоснабжения, культурно-бытовых нужд населения и для рыбохозяйственных целей.

Водоемы и водотоки (водные объекты) считаются загрязненными, если показатели состава и свойств воды в них изменились под прямым или косвенным влиянием производственной деятельности и бытового использования населением и стали частично или полностью непригодными для одного из видов водопользования.

Критерием загрязненности воды является ухудшение ее качества вследствие изменения органолептических свойств и появления веществ, вредных для человека, животных, птиц, рыб, кормовых и промысловых организмов, а также вид водопользования и повышение температуры воды, изменяющей условия для нормальной жизнедеятельности водных организмов. Пригодность состава и свойств поверхностных вод, используемых для хозяйственно-питьевого водоснабжения, культурно-бытовых нужд населения и рыбохозяйственных целей, определяется их соответствием требованиям и нормативам.

В случае одновременного использования водного объекта или его участка для различных нужд народного хозяйства при определении условий сброса сточных вод следует исходить из более жестких требований в ряду одноименных нормативов качества поверхностных вод.

Нормативы состава и свойств воды водных объектов, которые должны быть обеспечены при спуске в них сточных вод, устанавливаются применительно к отдельным его категориям, чтобы исключить возможность ограничения или нарушения нормальных условий хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Различают две категории водопользования. К первой относится использование водного объекта в качестве источника централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности; ко второй — использование водного объекта для купания, спорта и отдыха населения, а также использование водных объектов в черте населенных мест. Ближайшие

к месту спуска сточных вод пункты водопользования первой и второй категорий определяются органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы с обязательным учетом официальных данных и перспектив использования водного объекта для питьевого водоснабжения и культурно-бытовых нужд населения.

Состав и свойства воды водных объектов должны соответствовать требованиям в створе, расположенном на водотоках в одном километре выше ближайших по течению пунктов водопользования (водозабор для хозяйственно-питьевого водоснабжения, места купания, организованного отдыха, территории населенного пункта и т. п.), а на непроточных водоемах и водохранилищах — в одном километре в обе стороны от пункта водопользования.

Состав и свойства водоема или водотока в пунктах питьевого и культурно-бытового водопользования ни по одному из показателей не должны отклоняться от нормативов.

При поступлении в водные объекты нескольких веществ с одинаковым лимитирующим признаком вредности, относящихся к 1 и 2 классам опасности, и с учетом примесей, поступивших в водный объект от выше-расположенных источников, сумма отношений концентраций ($C_1, C_2, \dots, C_n$) каждого из веществ в водном объекте к соответствующим ПДК не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} < 1.$$

Запрещается обрасывать в водные объекты:

— сточные воды, содержащие вещества, или продукты трансформации веществ в воде, для которых не установлены ПДК или ОДУ, а также вещества, для которых отсутствуют методы аналитического контроля;

— сточные воды, которые могут быть устранены путем организации бессточного производства, рациональной технологии, максимального использования в системах оборотного и повторного водоснабжения после соответствующей очистки и обеззараживания в промышленности, городском хозяйстве и для орошения в сельском хозяйстве;

— неочищенные или недостаточно очищенные произ-

водственные, хозяйственно-бытовые сточные воды и поверхностный сток с территорий промышленных площадок и населенных мест.

Запрещается сбрасывать в водные объекты сточные воды, содержащие возбудителей инфекционных заболеваний. Сточные воды, опасные в эпидемическом отношении, могут сбрасываться в водные объекты только после соответствующей очистки и обеззараживания до коли-индекса не более 1000 и индекса коли-фага не более 1000 БОЕ дм³.

Сброс, удаление и обезвреживание сточных вод, содержащих радионуклиды, должны осуществляться в соответствии с действующими нормами радиационной безопасности.

Запрещается сброс в водные объекты, на поверхность ледяного покрова и водосбора пульп, концентрированных кубовых остатков, образующихся в результате обезвреживания сточных вод, в том числе содержащих радионуклиды, а также других технологических и бытовых отходов.

Запрещается допускать утечку в водные объекты от нефте- и продуктопроводов, нефтепромыслов, а также сброс мусора, неочищенных сточных, подсланевых и балластных вод, утечку других веществ с плавучих средств водного транспорта.

Не допускается загрязнение поверхностных вод при проведении строительных, дноуглубительных и взрывных работ, при добыче полезных ископаемых, прокладке кабелей, трубопроводов и других коммуникаций, при проведении сельскохозяйственных и других видов работ, включая все виды гидротехнического строительства на водных объектах и в водоохраных зонах.

На водных объектах, используемых преимущественно для водоснабжения населения, запрещается молевой сплав леса, а также сплав древесины в пучках и кошелях без судовой тяги.

Не допускается сброс сточных вод в водные объекты, используемые для водо- и грязелечения, а также в водные объекты, находящиеся в пределах округов санитарной охраны курортов.

Вышеизложенные требования распространяются:

— на существующие выпуски всех видов производственных, в том числе животноводческих, хозяйственно-бытовых сточных вод и поверхностного стока с терри-

торий населенных мест и производственных объектов, сточных вод отдельно стоящих жилых и общественных зданий, коммунальных, лечебно-профилактических, транспортных, сельскохозяйственных объектов, промышленных предприятий, шахтных и рудничных вод, сбросных вод систем водяного охлаждения, гидрозолоудаления, нефтедобычи, гидровскрышных работ, сбросных и дренажных вод с орошаемых и осушаемых сельскохозяйственных территорий, в том числе обрабатываемых ядохимикатами, и других сточных вод любых объектов, независимо от их ведомственной принадлежности;

— на все проектируемые выпуски сточных вод вновь строящихся, реконструируемых и расширяемых предприятий, зданий и сооружений, а также предприятий, на которых изменяется технология производства; сточных вод канализации населенных мест и отдельно стоящих объектов, независимо от их ведомственной принадлежности.

Сброс сточных вод в водные объекты в черте населенных пунктов запрещается.

Место выпуска сточных вод должно быть расположено ниже по течению реки от границы населенного пункта и всех мест водопользования населения с учетом возможности обратного течения при нагонных ветрах. Место выпуска сточных вод в непроточные и малопроточные водоемы (озера, водохранилища и др.) должно определяться с учетом санитарных, метеорологических и гидрологических условий (включая возможность обратных течений при резкой смене режима гидроэлектростанций, работающих в переменном режиме), чтобы исключить отрицательное влияние сточных вод на условия водопользования населения.

Сброс сточных вод в водные объекты в черте населенного пункта через существующие выпуски допускается лишь в исключительных случаях при соответствующем технико-экономическом обосновании и по согласованию с органами государственного санитарного надзора. В этом случае нормативные требования, предъявляемые к составу и свойствам воды водных объектов, должны быть отнесены к самим сточным водам.

Условия отведения сточных вод в водные объекты определяются с учетом:

— степени возможного смешения и разбавления сточных вод водой водного объекта на участке от места

выпуска сточных вод до расчетных (контрольных) створов ближайших пунктов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования населения;

— фонового качества воды водного объекта выше места рассматриваемого выпуска сточных вод по анализам не более двухлетней давности; при наличии других (существующих и (или) проектируемых) выпусков сточных вод между рассматриваемым и ближайшим пунктом водопользования в качестве фонового принимается уровень загрязнения воды водного объекта с учетом вклада указанных выпусков сточных вод;

— нормативов качества воды водных объектов (ПДК).

При отсутствии установленных нормативов водопользователи должны обеспечить проведение необходимых исследований по обоснованию ПДК в воде водных объектов, а также методов их определения на уровне ПДК.

При размещении, проектировании, строительстве и вводе в эксплуатацию новых и реконструируемых объектов, при техническом перевооружении действующих объектов должно быть обеспечено соблюдение ПДК загрязняющих веществ в воде водоемов и водотоков на основе использования малоотходной и безотходной технологии, систем повторного и оборотного водоснабжения, а также мероприятий по очистке, обезвреживанию и обеззараживанию сточных вод и производственных отходов, обеспечивающих создание бессточных и безотходных производств. Не допускается ввод в эксплуатацию новых и реконструированных объектов, которые не обеспечены сооружениями для предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод.

Размещение, проектирование и строительство новых, реконструкция и техническое перевооружение действующих объектов осуществляется в соответствии с утвержденными предплановыми, предпроектными и проектными документами, в составе которых должны быть представлены материалы о влиянии этих объектов на санитарное состояние водоемов и водотоков, а также мероприятия, направленные на предупреждение или ликвидацию существующего загрязнения.

Запрещается приемка в эксплуатацию объектов с недоделками, отступлениями от утвержденного проекта или состава пускового комплекса воды, не обеспечи-

вающими соблюдение ее нормативного качества, а также без опробования, испытания и проверки работы всего установленного оборудования и механизмов.

Требования к охране поверхностных вод при эксплуатации объектов. Водопользователи обязаны проводить согласованные с органами и учреждениями эпидсанслужбы или по предписаниям указанных органов и учреждений технологические, санитарно-технические и организационно-хозяйственные мероприятия, обеспечивающие бесперебойную работу очистных сооружений и соблюдение гигиенических нормативов качества воды водных объектов.

Запрещается повышение производительности технологических агрегатов, сопровождающееся увеличением объема сточных вод и (или) концентрации содержащихся в них загрязнений без одновременного наращивания мощности существующих сооружений для очистки сточных вод.

Водопользователи обязаны обеспечить систематический лабораторный контроль за работой очистных сооружений, за качеством воды водоема или водотока ниже спуска сточных вод и у ближайших пунктов водопользования населения.

Порядок контроля, осуществляемого водопользователями (выбор пунктов контроля, перечень анализируемых показателей с учетом степени опасности вредных компонентов сточных вод для здоровья населения, частота исследований), зависит от местных условий на водном объекте и вида водопользования.

На объектах и сооружениях, подверженных авариям (нефте- и продуктопроводы, нефте- и продуктохранилища, накопители сточных вод, канализационные коллекторы и очистные сооружения, суда и другие плавучие средства, нефтяные скважины, буровые платформы, пункты заправки плавсредств и др.), должны быть разработаны планы их ликвидации, содержащие указания по оповещению заинтересованных служб и организаций, перечень сооружений и территорий, подлежащих особой защите от загрязнения (водозаборы, пляжи и др.), порядок действий при возникновении аварийных ситуаций, перечень требуемых технических средств и аварийного запаса обеззараживающих реагентов, способ сбора и удаления загрязняющих веществ и обеззараживания

территории, а также режим водопользования в случае аварийного загрязнения водного объекта.

Предельно допустимые сбросы (ПДС) — масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени, с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. ПДС определяют с учетом ПДК веществ в местах водопользования.

При спуске сточных вод вне черты города ПДС для отдельных предприятий рассчитывают с учетом степени возможного разбавления сточных вод водой водного объекта и качества воды выше места сброса сточных вод, а также с учетом процессов естественного самоочищения вод от поступающих в них веществ.

Для действующих предприятий, расположенных в зонах повышенного загрязнения водных объектов, ПДС устанавливают с учетом требований к составу и свойствам воды водных объектов в местах водопользования, которые переносятся на сточные воды, принимая во внимание, что в зонах повышенного загрязнения исчерпана ассимилирующая способность водных объектов. Такой подход позволяет различным министерствам и ведомствам независимо друг от друга в сжатые сроки организовать подготовку проектов ПДС, заведомо обеспечивающих нормативное качество воды в водных объектах с учетом технико-экономических возможностей и в соответствии с перспективными и годовыми планами по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов.

ПДС рассчитывают по наибольшим среднечасовым расходам сточных вод (в м^3) фактического периода их спуска. Концентрация веществ принимается в мг/л или г/м^3 , ПДС вычисляют в г/ч .

ПДС с учетом требований к составу и свойствам воды в водных объектах определяют для всех категорий водопользования как произведение расхода сточных вод $q_{\text{ст}}$ ($\text{м}^3/\text{ч}$) на концентрацию веществ $C_{\text{ст}}$ (г/м^3) в сточных водах по формуле:

$$\text{ПДС} = q_{\text{ст}} C_{\text{ст}}.$$

Сброс массы вещества, соответствующей ПДС, при расчете по этой формуле необходимо увязывать с расходом сточной воды $q_{\text{ст}}$, так как уменьшение ее

расхода при сохранении величины ПДС приведет к концентрации вещества в сточной воде, превышающей $C_{ст}$, что недопустимо.

Величину концентрации $C_{ст}$, необходимую для расчета ПДС по приведенной выше формуле, при сбросе сточных вод в черте города принимают на уровне не более ПДК, соответствующей требованиям, установленным по составу и свойствам воды водных объектов в местах водопользования.

При расчете проектов ПДС учитывают общие требования к составу и свойствам воды и предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водных объектов.

ПДС с учетом ПДК вредных веществ рассчитывают по той же формуле, однако, определяя концентрации $C_{ст}$, необходимо иметь в виду, что при поступлении со сточными водами в водные объекты нескольких веществ с одинаковыми лимитирующими показателями вредности концентрации этих веществ $C_{ст1}$, $C_{ст2}$, ..., $C_{стn}$ должны удовлетворять следующему условию: сумма отношений концентраций каждого из веществ в сточной воде к соответствующему ПДК не должна превышать единицы.

Если фактические или проектируемые концентрации примесей таковы, что это условие не удовлетворяется, их необходимо снижать, улучшая очистку или изменяя технологию производства. При расчете следует учитывать, что для сточных вод, сбрасываемых в водные объекты хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, выделены следующие лимитирующие показатели вредности: санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический.

Охрана водоемов от загрязнения нефтепродуктами. Условия транспортирования и хранения нефтепродуктов должны обеспечивать предотвращение попадания их в поверхностные и подземные воды. Все сооружения и устройства для транспортирования и хранения нефти должны быть оборудованы средствами предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод, а также контрольно-измерительной аппаратурой для обнаружения утечки нефти.

В местах возможного попадания нефти в водные объекты сооружают нефтеулавливающие устройства, а также приспособления для локализации и сбора раз-

лившейся нефти. При попадании нефти в подземные воды для предотвращения дальнейшего распространения загрязнения их откачивают и перекрывают подземный поток, а разлившуюся по поверхности нефть собирают, вывозят и утилизируют с соблюдением мер, обеспечивающих предотвращение загрязнения поверхностных и подземных вод.

При транспортировании и хранении нефти должен быть разработан план ликвидации аварийных ситуаций и утечек нефти, который содержит перечень объектов и территорий, подлежащих особой защите от загрязнения (водозаборы, пляжи и др.), указания по оповещению заинтересованных служб и организаций, перечень технических средств, порядок действий при ликвидации аварий и утечек нефти и способ утилизации разлившейся нефти.

Охрана малых рек. Наиболее восприимчивы к антропогенному воздействию малые реки (длиной 100 км и менее). На долю малых рек приходится значительная часть поверхностного стока.

Малые реки, являющиеся своеобразным компонентом географической среды, в значительной степени выполняют функции регулятора водного режима определенных ландшафтов, поддерживая равновесие и перераспределение влаги. Они определяют также гидрологическую и гидрохимическую специфику средних и крупных рек. Ведущей особенностью формирования стока малых рек является очень тесная связь с ландшафтом бассейна, что и обуславливает их легкую уязвимость при чрезмерном использовании не только водных ресурсов, но и освоении водосбора.

Влияние хозяйственной деятельности на малые реки неоспоримо. Оно заметно усилилось с началом сельскохозяйственного и промышленного освоения территории. В результате концентрации населения в городах и рабочих поселках увеличился промышленный и городской сток загрязненных вод.

Положение коренным образом ухудшилось за последние 30—40 лет, совпавших с периодом начавшегося интенсивного техногенеза, связанного с научно-технической революцией в промышленности и сельском хозяйстве. В этот период созданы почти все наиболее значительные водохранилища, резко возросло промышленное и хозяйственно-бытовое водопотребление и водо-

отведение, начали осуществляться гидротехнические, агротехнические и химические мелиорации земель. Все это в совокупности незамедлительно повлияло на изменение режима, водного и химического баланса малых рек отдельных районов и в целом всей территории Узбекистана.

Под влиянием хозяйственной деятельности резко возросла интенсивность природных процессов, и малые реки преждевременно вступили в заключительную стадию своего развития — фазу старения. Снижение водности и заиление русел способствуют интенсивному зарастанию и заболачиванию. Наступает деградация малых рек и исчезновение их как элементов ландшафта. Влияние деятельности человека проявляется при этом неоднозначно и с различной интенсивностью.

Прямое воздействие проявляется через изъятие стока для различных хозяйственно-бытовых нужд, сельскохозяйственных и промышленных целей, регулирование и территориальное перераспределение стока, сброс сточных и возвратных вод.

Косвенное воздействие (распашка территории, комплекс агрономических и лесомелиоративных мероприятий, вырубка леса и т. д.) проявляется в течение длительного времени через изменение водно-физических свойств почвы, теплового и водного баланса, а также через взаимосвязь поверхностных и подземных вод бассейнов рек.

Прямое воздействие вызывает изменение водных ресурсов по длине реки, косвенное — меняет условия формирования стока на водосборе и ведет к медленным изменениям величины стока.

В настоящее время в сложных условиях находятся малые реки во многих крупных промышленных районах, где на отдельных участках они потеряли свое хозяйственное и рекреационное значение.

Агролесомелиоративные мероприятия, включающие зяблевую и противозерозионную вспашку, снегозадержание, различные севообороты, внесение удобрений, способствуют задержанию воды на склонах, увеличивают влажность и проницаемость почв, усиливают инфильтрацию талых и дождевых вод, в результате чего снижается поверхностный сток со склонов. Известно, в частности, что лесные угодья характеризуются комплексом факторов, благоприятно влияющих на гидроло-

гический и гидрохимический режим рек. Под древесной и кустарниковой растительностью влаги в снежном покрове накапливается на 40—70% больше, чем на открытых участках (сенокос, пашня), и эти различия нарастают по мере продвижения из лесной зоны в лесостепную.

В лесу снег начинает таять и сходит позднее, чем на открытых участках, тем самым лес удлиняет период снеготаяния на водосборе и уменьшает напряженность половодья. Изменяя режим рек, лесная растительность снижает и коэффициент поверхностного стока. В результате повышается доля влаги, которая идет на пополнение грунтовых вод, увеличивающих водность рек в межливневый период.

С нарастанием распаханности водосборов доля поверхностного стока увеличивается, в результате чего усиливаются водно-эрозионные процессы и вынос в реки взвешенных веществ, минеральных удобрений и средств химической защиты растений от вредителей и болезней.

Практика показала, что рациональное использование местного стока позволяет дополнительно орошать немало сельскохозяйственных угодий. Несколько лет назад почти всю территорию хозяйства «Бурминский» в Джизакской области Узбекистана занимала полупустыня. Средняя норма осадков за вегетационный период — самая низкая, а поблизости ни озера, ни речки, откуда можно было бы брать воду для полива. В настоящее время обширные кормовые поля и овощные плантации этого хозяйства орошаются за счет весеннего паводка, талые воды которого собирают в пруды-накопители, созданные из крупных оврагов и ложбин перегороденных земляными плотинами. Организованный собственными силами мелиоративный отряд за два года соорудил семь прудов. Уже в первый год местным стоком поливалось 829 га. В результате был выращен хороший урожай овощей, и затраты на создание прудов быстро окупились.

В качестве примера разумной экологической политики можно привести Алматинскую область Казахстана, где преобладают быстрые горные реки с небольшим дебитом воды. Двадцать три контрольных пункта, проверяющих чистоту воды, в последние годы регистрируют, что загрязненность их не увеличивается. Это результат

санитарно-просветительной работы среди населения, соблюдения природоохранного законодательства, осуществления многих мероприятий по охране рек. За последние годы проложено 216 км канализационных сетей и введено в строй 9 очистных сооружений, создается еще 36 систем канализации. В сельской местности в обязательном порядке возводят локальные установки. Очищено и отремонтировано около 2 тыс. км арычной сети, ликвидировано около двухсот свалок бытового мусора, расположенных вблизи рек, подальше от берегов переносятся хозяйственные постройки — фермы, склады, гаражи.

Малые реки играют значительную роль в формировании водных ресурсов средних и больших рек и, следовательно, нерациональное использование первых ведет к загрязнению и истощению последних.

Однако малые реки на процесс формирования водных ресурсов средних и крупных рек в различных частях бассейнов и в различных географических зонах влияют неодинаково. В верховьях крупных речных бассейнов малые реки играют исключительно важную стокоформирующую роль, в низовьях же влияние их на сток главной реки почти не ощущается. Следовательно, подход к использованию малых рек даже в пределах одного крупного речного бассейна должен быть дифференцированным. Такой подход необходим и для правильного сочетания интересов местных и крупнорегиональных.

Интенсификация использования водных ресурсов малых рек сопровождается изменением условий формирования их водных ресурсов как по количественным, так и по качественным показателям. Поэтому вопросы научного обоснования эксплуатации природных ресурсов малых рек и их водосборов приобретают все более актуальное значение. Говоря об использовании малых рек, следует иметь в виду не только их водные ресурсы, но и земельные, биологические, рекреационные и др. Малые реки нельзя рассматривать в отрыве от ландшафтов их водосборов, потому что именно особенности расположенных даже в непосредственной близости ландшафтов делают столь непохожими протекающие по ним малые реки. С другой стороны, малые водотоки являются важнейшими структурными элементами современных ландшафтов и их состояние, в свою очередь, в значитель-

ной степени определяет как практическую, так и эстетическую ценность этих ландшафтов. Поэтому любой малый водоток следует рассматривать как сложную экологическую систему, к которой, помимо собственно водотока, относится практически весь или почти весь его водосбор.

Возрастание антропогенной нагрузки на малые водотоки и их водосборы — процесс прогрессирующий. При этом все большая часть изменений, вносимых человеком в природные комплексы малых водосборов, имеет необратимый характер. В частности, урбанизация и комплексные мелиорации приводят к ликвидации значительной части первичной гидрографической сети. В последние годы активизировался еще один вид неконтролируемого использования ресурсов малых рек. Речь идет о разработке местных строительных материалов — массовом вывозе из русел, пойм и с террас коренных берегов песка, гравия, гальки и т. д. В настоящее время в ряде районов процесс этот стал мощным агентом порчи малых рек.

При взаимодействии человека с окружающей средой формируется новый природно-антропогенный ландшафт с искусственно созданной структурой, включающей в себя трансформированную гидрографическую сеть. Подобные ландшафты отличаются от природных повышенной динамичностью. Нарушение сложившегося в ландшафте природного равновесия путем искусственного изменения одного или нескольких его компонентов, изменения практически мгновенного в соотношении с длительностью природных процессов, неизбежно вызывает цепную реакцию природных перемен, затрагивающих практически все компоненты данного ландшафта.

Кроме того, в обжитых и во вновь осваиваемых районах процесс перестройки ландшафтов малых водосборов под воздействием хозяйственной деятельности человека идет непрерывно. Постепенно меняется степень их распаханности и заселенности, появляются и исчезают различные строения и инженерные сооружения, прокладываются новые коммуникации и т. д. В соответствии с этим непрерывно меняются и условия формирования стока малых рек.

Энергетическое использование малых рек было весьма распространено вплоть до 30-х годов нашего века. На сельских водяных мельницах осуществлялся почти весь

помол для местного потребления и весомая доля торгового зерна на внутренний рынок. В более поздние годы стало активно развиваться строительство малых ГЭС на селе. Лет 30—35 назад они почти повсеместно были признаны нерентабельными и законсервированы. В последние годы во всем мире отношение к местным возобновляемым источникам энергии меняется. Малая гидроэлектростанция, позволяющая уменьшить потребление на селе привозного горючего, снова стала предметом внимания, особенно в небольших по площади государствах, где поиски нестандартных путей более рационального использования местных ресурсов встречают большую поддержку.

В лесостепной, степной и полупустынной зонах главная отрасль, использующая сток малых рек,— сельское хозяйство. Это «малая» ирригация: орошение и обводнение на базе местного стока, сельскохозяйственное водоснабжение, особенно растущих современных промышленно-животноводческих ферм, промышленное водоснабжение сельских ремонтных и других предприятий. До недавнего времени не всегда уделялось достаточно внимания рациональному и полному использованию (в сочетании с охраной как в процессе использования, так и в целях постоянной или чаще временной резервации) местных природных и водных ресурсов.

Использование водных ресурсов малых рек преимущественно для водоснабжения сельского населения, так называемой малой ирригации, а также для водоснабжения животноводческих ферм и местной промышленности обычно плохо организовано, не согласовано между отдельными водопотребителями, не регламентировано научно обоснованными нормами и правилами. Бесхозность малых рек ведет в конечном счете к их загрязнению, истощению, а порой и к уничтожению.

Охрана вод малых рек теснейшим образом связана с охраной от загрязнения территории, с которой река собирает свои воды. Иной раз бывает, что мусорная свалка на берегу, бочка мазута, опрокинутая нерадивым трактористом в болотце, из которого вытекает река, могут надолго загрязнить воду и убить все живое в речке или озере. У малых рек способность к самоочищению значительно меньше, чем у крупных, и механизм самоочищения при перегрузках легко может нарушиться.

Одним из самых важных направлений работы по охране малых рек можно считать создание водоохран-ных зон на берегах рек и водоемов. В водоохранную зону шириной от 100 до 300—500 м включаются поймы рек, надпойменные террасы, бровки и крутые склоны коренных берегов, а также овраги и балки, примыкающие к речным долинам. Водоохранная зона вовсе не исключается из хозяйственного использования. Но в ней устанавливается специальный режим, способствующий охране вод.

Вдоль берегов должна быть полоса леса или луг шириной от 15 до 100 м в зависимости от крутизны берега и от характера прилегающих к нему угодий (пашни, сенокос). В прибрежной полосе категорически запрещается распашка склонов по берегу, выпас скота, строительство животноводческих комплексов и очистных сооружений, орошение сточными водами, обработка прилегающих полей ядохимикатами и пр. Овраги, примыкающие к водоохранной зоне, должны быть закреплены, чтобы не засоряли и не заиливали водоем, за пределы зоны должны быть вынесены все объекты-загрязнители. Родники, питающие реку или озеро, требуют особой охраны. Они должны быть расчищены и ухожены.

В настоящее время разработаны схемы охраны малых рек многих бассейнов по восстановлению нормального гидрологического и санитарного режима, установлены границы водоохраных зон на 4% общей протяженности малых рек, облесена территория в пределах этих зон, залужены тысячи гектаров земель в прибрежных водоохраных полосах, расчищено и углублено дно на 1,5% общей протяженности малых рек, укреплено значительное количество берегов, вынесено за пределы водоохраных зон большинство хозяйственных объектов.

Дальнейшее народнохозяйственное использование малых рек предусматривает ограничение водозабора из них и сброса сточных вод, наиболее целесообразное хозяйственное развитие бассейна, соответствующее его природным особенностям, а также выделение из народнохозяйственного использования наиболее водообильных рек и бассейнов с ценными природными комплексами.

Схемы охраны вод. Для определения основных мероприятий по удовлетворению перспективных потребностей в воде населения и народного хозяйства, а также

по охране вод и предупреждению вредного воздействия на них предусматривается разработка генеральных, бассейновых и территориальных схем комплексного использования и охраны вод.

Генеральные схемы комплексного использования и охраны вод предусматривают принципиальные направления развития водного хозяйства в целом. Бассейновые схемы разрабатываются для бассейнов рек и других водных объектов на основе генеральной схемы. Территориальные схемы — для экономических районов и областей на основе генеральной и бассейновых схем.

Намеченные в схемах комплексного использования и охраны вод мероприятия должны обеспечивать наиболее эффективное для народного хозяйства использование вод (с учетом первоочередного удовлетворения потребностей в воде населения) путем регулирования их стока, экономного расходования и прекращения сброса неочищенных сточных вод за счет совершенствования технологии производства и схем водоснабжения (применение безводных технологических процессов, воздушного охлаждения, оборотного водоснабжения и других технических приемов).

Генеральная схема комплексного использования и охраны водных ресурсов дает возможность четко определять технико-экономическую целесообразность и очередность проведения крупнейших водохозяйственных мероприятий.

Стандартизация в области охраны и рационального использования вод. Системный подход, базирующийся на методах программно-целевого планирования, и научно обоснованное прогнозирование позволили разработать и усовершенствовать комплекс стандартов в области охраны вод для:

- обеспечения водопользователей водой необходимого качества и в достаточном количестве в соответствии с установленными нормами;

- рационального использования вод;

- сохранения уникальных водных объектов и их экосистем в состоянии, наиболее близком к естественному;

- соблюдения условий, необходимых для поддержания оптимального уровня воспроизводства биологических ресурсов вод, обеспечивающего возможность их рационального применения.

Стандартизация учитывает прежде всего показатели качества воды. Важнейшим водоохраным мероприятием является регламентирование государственными стандартами предельно допустимых значений показателей загрязненности контролируемой среды. В частности, разработан ряд стандартов, устанавливающих общие технические требования к приборам, используемым при анализе природных вод, утвержден организационно-методический стандарт «Правила контроля качества воды водоемов и водотоков», устанавливающий единые правила контроля качества воды по физическим, химическим и биологическим показателям.

Экстенсивное водопотребление, т. е. вовлечение в народное хозяйство все новых и новых водных источников, исчерпало себя. Необходим переход к принципиально новой стратегии использования водных ресурсов, исключающей их дополнительное привлечение. Новая стратегия повлечет за собой:

- коренную техническую перестройку производства, направленную на резкое сокращение водопотребления; переход от технологии очищения и разбавления отходов к малоотходной технологии и технологии оборотного использования воды;

- перестройку ирригационных систем, создание закрытых распределительных каналов и применение принципа капельного орошения, что позволит резко сократить забор воды для орошения (на ныне действующих ирригационных установках в Средней Азии потери воды за счет фильтрации достигают 40%);

- изменение структуры размещения промышленного и сельскохозяйственного производства с учетом масштабов водных ресурсов каждого конкретного региона.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД

Очистка сточных вод — это разрушение или удаление из них определенных веществ, а обеззараживание предусматривает удаление из них патогенных микроорганизмов.

Канализование — это комплекс санитарных мероприятий и инженерных сооружений, обеспечивающих сбор и удаление за пределы населенных мест и про-

мышленных предприятий загрязненных сточных вод, а также их очистку, обезвреживание и обеззараживание.

Существуют механические и биологические методы очистки бытовых сточных вод. При механической очистке сточные воды разделяют на жидкую и твердую фазы; жидкая часть подвергается биологической очистке, которая может быть естественной и искусственной. Естественная биологическая очистка сточных вод осуществляется на полях фильтрации и орошения, в биологических прудах и т. д., а искусственная — на специальных сооружениях (биофильтрах, аэротенках). Ил обрабатывают на иловых площадках или в метантенках.

При общесплавной системе канализации все сточные воды от городских кварталов, включая и поверхностный сток, отводятся по одной сети трубопроводов. Недостатком этой системы являются периодические сбросы в водные объекты через ливневые спуски некоторой части производственно-бытовых сточных вод. Именно поэтому при создании новых населенных пунктов и расширении существующих следует отказываться от проектирования общесплавных систем канализации.

В настоящее время наиболее широко применяется полная раздельная система канализации, предусматривающая устройство двух сетей трубопроводов: производственно-бытовой, подающей хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды на очистные сооружения, и дождевой (водостоков), отводящей, как правило без очистки, дождевые и талые воды, а также сток, образующийся при поливке и мойке дорожных покрытий, в ближайший водный объект.

Наиболее перспективной, с точки зрения охраны водных объектов от загрязнения поверхностным стоком городов, является полураздельная система канализации. При этой системе на очистку отводят все производственно-бытовые сточные воды города и большую часть поверхностного стока, образующегося на его территории. Предполагается также, что на очистку будет поступать весь сток от мойки дорожных покрытий, большая часть талых вод и сток от дождей, интенсивность которых не будет превышать предельное значение для данной местности. В водные объекты будет сбрасываться без очистки лишь незначительная доля талой и дождевой воды.

Конструктивно полураздельная система канализации состоит из двух самостоятельных уличных и внутриквартальных сетей трубопроводов (для отведения производственно-бытовых сточных и поверхностных вод) и главного отводного коллектора, по которому все сточные воды поступают на очистные сооружения. Дождевая сеть к общесплавному коллектору присоединяется через разделительные камеры, в которых при сильных дождях часть практически не загрязненной воды отделяется и сбрасывается в расположенные вблизи водные объекты.

При реконструкции полной раздельной системы в полураздельную можно обеспечить совместную очистку производственно-бытовых, талых, мочевых и части дождевых вод на общегородских очистных сооружениях, причем переход на полураздельную систему не требует изменения конструкции канализационных сетей; реконструкции подлежат только главный коллектор с расположенными на нем насосными станциями и очистные сооружения.

Вопрос о возможности и целесообразности проектирования и устройства общесплавной канализации решается в каждом отдельном случае с учетом возможности приема сточных вод промышленных предприятий. Если производственные сточные воды могут резко меняться по своему составу и количеству во времени или при наличии периодических (залповых) сбросов сильно концентрированных сточных вод, необходимо предусматривать устройство специальных регулирующих емкостей. При создании новых населенных пунктов и расширении существующих следует отказываться от проектирования общесплавных систем канализации.

Районные или городские очистные сооружения предназначены для очистки хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод. При совместной очистке промышленных стоков с хозяйственно-бытовыми регламентируется содержание взвешенных и всплывающих веществ, продуктов, способных разрушать или засорять коммуникации, взрывоопасных и горючих веществ, а также температура.

Некоторые химические вещества воздействуют на микроорганизмы, нарушая их жизнедеятельность. Например, фенол, формальдегид, эфиры и кетоны вызывают денатурацию белков протоплазмы или разрушают

оболочку клеток. Особенно токсичны соли тяжелых металлов, которые по убыванию токсичности можно расположить в ряд: Hg, Sv, Pl, Cr, Cd, Co, Ni, Cu, Fe и др. Содержание указанных элементов в сточных водах, поступающих на биологическую очистку, лимитируется. Чаще всего токсичные примеси удаляют из сточных вод на локальных очистных сооружениях, после чего стоки поступают на биологическое окисление.

Тяжелые металлы в небольших количествах могут быть извлечены из стоков преаэрацией с избыточным активным илом. Если осадок предполагается перерабатывать на различные продукты, например органо-минеральные удобрения, концентрирование тяжелых металлов в нем нежелательно.

Очистка промышленных сточных вод. Механическая очистка сточных вод обеспечивает удаление взвешенных грубо- и мелкодисперсных (твердых и жидких) примесей. Грубодисперсные примеси обычно выделяют из сточных вод отстаиванием и флотацией, мелкодисперсные — фильтрованием, отстаиванием, электрохимической коагуляцией и флокуляцией.

Растворимые неорганические соединения удаляют из сточных вод реагентными методами — нейтрализацией кислотами и щелочами, переводом ионов в плохо растворимые формы, соосаждением минеральных примесей с солями, окислением и восстановлением токсичных примесей до слаботоксичных, десорбцией летучих примесей, обратным осмосом, ультрафильтрацией, ионным обменом и флотацией, электрохимическим окислением и электродиализом.

Сточные воды очищают от растворимых органических соединений деструктивными (огневое обезвреживание, жидкофазное и термokatалитическое окисление в паровой фазе, озонирование), регенерационными (экстракция, перегонка, ректификация, адсорбция, ионнообменная очистка, обратный осмос и ультрафильтрация, пенная флотация) и другими методами.

Очистка хозяйственно-бытовых сточных вод. Наиболее широко применяют биологическую очистку, основанную на способности микроорганизмов использовать в качестве питательного субстрата большинство органических и ряд неорганических соединений, присутствующих в сточных водах.

Сооружения биологической очистки разнообразны по

технологическим и конструктивным решениям и могут быть разделены на две большие группы: сооружения, где очистка протекает в условиях, близких к естественным (поля орошения и фильтрации, биологические пруды), и сооружения, в которых очистка происходит в искусственно созданных условиях (биофильтры, аэрофильтры, аэротенки, метантенки).

Наряду с различными вариантами первично-вторичной очистки все большее развитие получает первично-вторично-третичная очистка сточных вод. Введение дополнительной ступени очистки обусловлено более высокими требованиями к качеству очищенной воды, которая, как правило, используется повторно в технологических процессах или в системах оборотного водоснабжения. Доочистку ведут с помощью фильтрования, адсорбции и т. п. В результате повышается эффективность очистки по химическому потреблению кислорода (ХПК), биохимическому потреблению кислорода (БПК), взвешенным и поверхностно-активным веществам и снижается содержание биогенных элементов (например, фосфора, азота) и некоторых неорганических солей.

В последнее время для доочистки бытовых и промышленных стоков используют метод адсорбции, а в качестве поглотителей — цеолиты, силикагель, алюмогель, органические сорбенты и активированный уголь. Активированный уголь применяется для извлечения из стоков таких продуктов, как сероуглерод, поверхностно-активные вещества, отходы производства капролактама, различные красители, фенол, нефть и др. Иногда адсорбция активированным углем позволяет не только очищать стоки, но и утилизировать уловленные продукты. Разработан, в частности, процесс извлечения и утилизации сероуглерода из сточных вод производства искусственных волокон.

Большое значение имеет очистка стоков, образующихся при мойке машин на предприятиях автотранспорта. После того, как были найдены высокоэффективные нефтепоглощающие материалы, потребовалось создать установки, в которых они могли бы наиболее рационально использоваться. Одна из таких установок получила название «Кристалл» (рис. 7).

Загрязненная вода поступает в резервуар сточных вод. Когда уровень воды в резервуаре достигнет среднего датчика сигнализатора уровня, автоматически вклю-

чаются насосы 2. Далее вода под давлением 0,2—0,5 МПа подается по трубопроводам в фильтр 3. После фильтрации вода поступает в блок 5 вторичной очистки от нефтепродуктов, откуда направляется в резервуар чистой воды 7. Осадок в виде песка, ила и т. п. оседает в конусной части фильтра 3, из которого периодически удаляется в бункер-сборник 8. В камере грубой очистки воды происходит коалесценция (укрупнение частиц) эмульсии и образование слоя нефтеотходов. Ускорение сбора нефтеотходов с поверхности воды осуществляется подачей сжатого воздуха. Очищенная от нефтепродуктов вода сливается в сборник 7 чистой воды. Когда уровень воды в нем достигает среднего датчика сигнализатора уровня воды, включаются насосы 4, подающие очищенную воду в систему оборотного водоснабжения.

Установку «Кристалл» можно использовать для совместной очистки поверхностных и производственных стоков. При этом происходит подпитка водооборотной системы за счет очищенных ливневых вод и полностью исключается потребление водопроводной воды. Установками «Кристалл» оснащены таксомоторные парки, крупнейшие автокомбинаты, автобусные парки городов.

Не меньшее значение имеет очистка сточных вод от автозаправочных станций (АЗС). Сильный ливень, к сожалению, несет с собой не только свежесть и влагу деревьям. Смывая с мостовых мелкий сор и пятна масла, дождь стекает в городские водоемы. С потоками дождя уличная грязь может попасть и в русло реки, а также в пруды. Особенно вероятно такое загрязнение вблизи автозаправочных станций, которых в каждом городе десятки и на каждой при заправке машин возможна утечка бензина, дизельного масла, топлива и т. д. Чтобы избежать их вредного действия, разработали очистную установку для АЗС, в которую входят компактные подземные резервуары-отстойники и небольшой фильтр. Интересно, что роль фильтра для нефтепродуктов выполняют в нем обычные древесные стружки и сипрон — отходы от производства нетканых материалов. Агрегат способен очистить до 20 м³ сточных вод в час.

Определенную работу по охране водоемов от загрязнения проводят в Ташкенте. Из года в год увеличиваются мощности очистных сооружений городской канализации. На них достигнута полная биологическая очистка. Подключение все новых предприятий к городской кана-

————— сточные воды
 □ □ □ □ □ осветленные воды
 — — — — — фильтруемые воды
 — — — — — осветленные воды
 — — — — — вода, прошедшая воду
 — — — — — 2-й воды из резервуара
 — — — — — 3-й воды из резервуара
 — — — — — вода, осевшая в бункере

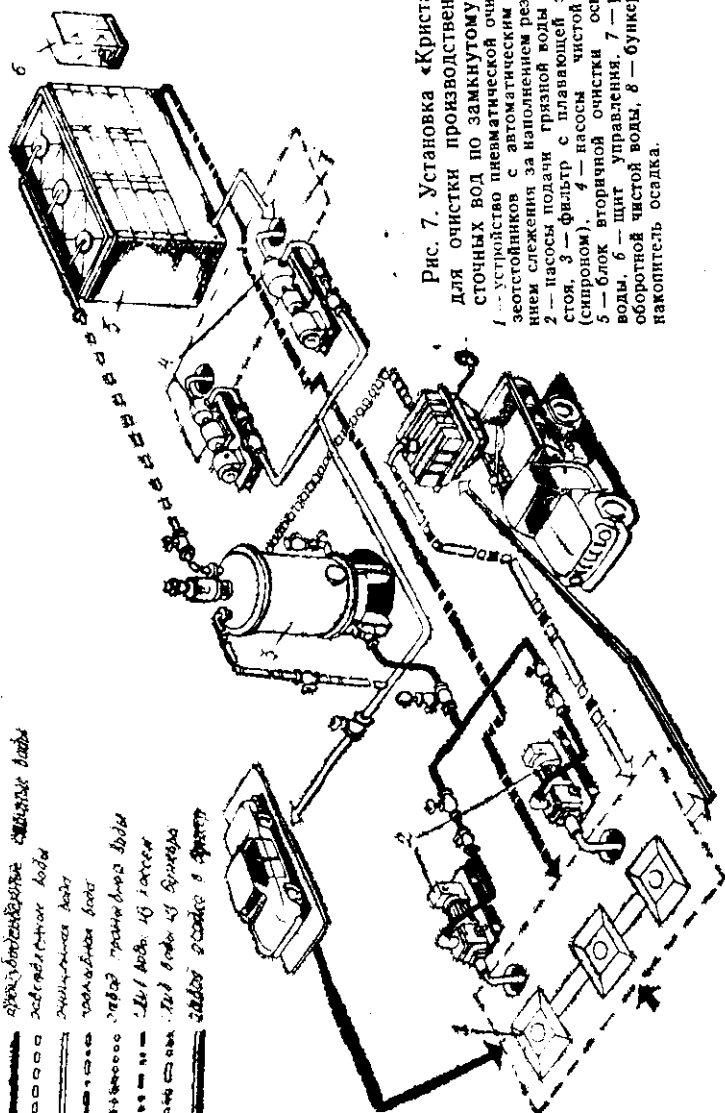


Рис. 7. Установка «Кристалл»
 для очистки производственных
 сточных вод по замкнутому циклу:
 1 — устройство пневматической очистки гра-
 зеотстойников с автоматическим управле-
 нием ссыпания за наполнением резервуаров,
 2 — насосы подачи грязной воды после от-
 стоя, 3 — фильтр с плавающей загрузкой
 (синроном), 4 — насосы чистой воды,
 5 — блок вторичной очистки осветленной
 воды, 6 — щит управления, 7 — резервуар
 оборотной чистой воды, 8 — бункер-сборник
 накопитель осадка.

лизации позволило сократить большую часть сбросов в водоемы. Расширяется сеть очистных сооружений на предприятиях. Завершено строительство комплекса сооружений для очистки сточных вод гальванического цеха завода «Ташсельмаш», аналогичные объекты строятся на электромеханическом и лакокрасочном заводах. Ввод в действие и реконструкция очистных сооружений в автопарках и автобазах, прекращение сброса сточных вод заводом радиотехнических изделий свели до минимума загрязнение канала Салар.

Обеззараживание городских сточных вод. Биологически очищенные сточные воды обеззараживают с учетом характера и качества вод, поступающих на сооружения, а также исходного содержания бактерий группы кишечной палочки. Для эффективного обеззараживания этих вод дозу хлора подбирают так, чтобы содержание кишечных палочек в воде, сбрасываемой в водоем, не превышало 1000 в 1 л, а уровень остаточного хлора составлял не менее 1,5 мг/л при 30-минутном контакте или 1 мг/л при 60-минутном контакте.

Если ни один из рекомендуемых режимов хлорирования не обеспечивает обеззараживания сточных вод, прошедших биологическую очистку, до коли-индекса 1000, необходимо увеличить уровень остаточного хлора или время контакта, установив требуемые дозы хлора в каждом конкретном случае опытным путем. Уровень остаточного хлора в сточных водах, прошедших только механическую очистку, должен быть не менее 4,5 мг/л, а коли-индекс — не более 3000 при 30-минутном контакте.

Обеззараживание проводят жидким хлором, хлорной известью или гипохлоритом натрия, получаемым на месте в электролизерах. Хлорное хозяйство очистных канализационных сооружений должно позволять увеличивать расчетную дозу хлора в 1,5 раза.

Очистка сточных вод в малых населенных пунктах. Для очистки сточных вод крупных предприятий и больших городов существует немало конструкций очистных сооружений. Сложнее обстоит дело с охраной окружающей среды от загрязнений сточными водами в зонах небольших поселков, отдельных усадеб, хуторов, кемпингов, летних лагерей, турбаз и мелких населенных пунктов. Для решения этой задачи предприятие «Прогресс» в Брно (ЧСФР) стало выпускать небольшие бы-

товые очистные установки, перерабатывающие в сутки 3,2 м³ сточных вод. Конструкция установки позволяет объединять по два, три и более модулей, исходя из объема стоков. Установка работает надежно, не беспокоит окружающих шумом или неприятными запахами. Потребляемая от сети мощность — 30 ватт, возможно использование аккумуляторной батареи напряжением 12—24 вольта.

БЕССТОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Темпы развития индустрии сегодня настолько высоки, что одноразовое использование для производственных нужд запасов пресной воды — недопустимое излишество. Решение этой задачи связано с разработкой новых производственно-технологических процессов и оборудования, обеспечивающих максимальную утилизацию и обеззараживание промышленных отходов. Внедрение бессточных технологий практически полностью решает проблему защиты водоемов от загрязнения. Однако разработка и внедрение безотходных технологий требует времени. К тому же не существует еще реальной возможности перехода всех производственных процессов к безотходной технологии. Задача состоит в том, чтобы всемерно ускорить создание и внедрение в народнохозяйственную практику принципов и элементов безотходной технологии будущего. В этом направлении огромную роль сыграет решение проблемы замкнутого цикла водоснабжения промышленных предприятий. На первых этапах получит распространение технология водообеспечения с минимальным потреблением свежей воды и сбросом при одновременном ускоренном развитии очистных сооружений.

Особого внимания заслуживают работы, связанные с созданием бессточных систем водного хозяйства крупных промышленных узлов. В современных условиях такие решения наиболее эффективны. Полностью исключая сброс в водоемы хозяйственно-бытовых, промышленных и загрязненных ливневых вод, уменьшая расход свежей воды, эти системы обеспечивают рациональное распределение водных ресурсов регионов с учетом интересов и возможностей всех предприятий и производств и значительно сокращают затраты на их эксплуатацию.

Так, на Николаевском гидролизно-дрожжевом заво-

де на Украине осуществлена система полной утилизации отходов производства. Загрязненные промышленные стоки не сбрасываются здесь в открытые водоемы, а, пройдя очистные сооружения, вторично используются в производстве или идут на нужды соседнего цементного завода. Получаемый осадок просушивают в специальной установке и после смешивания с кормовыми дрожжами используют как питательный корм для скота. Новшество ежегодно дает заводу значительные прибыли, что окупает затраты на эксплуатацию очистных сооружений. Николаевский опыт получил высокую оценку. Ученые подсчитали что устранение загрязнения окружающей среды — не единственное достоинство николаевской системы. Использование подобных установок позволит в масштабе всей гидролизной и целлюлозной промышленности производить в год дополнительно 140 тыс. т ценных кормов.

В Узбекистане часто жалуются на нехватку воды. Но оборотное водоснабжение и повторное использование вод составляет здесь всего 45%. Хотя в целом по СНГ оно достигает 71%. В настоящее время на предприятиях Узбекистана больше внимания стали уделять созданию замкнутых циклов, что позволяет не только избежать загрязнения водоемов, но и рациональнее использовать воду. Ежегодно на оборотное водоснабжение переводится несколько предприятий. Создана оборотная система на крупнейших заводах города, например, на «Ташсельмаше».

На целлюлозно-бумажном комбинате постоянно образуются миллионы тонн жидких отходов. Часть их упаривают до сметанообразного состояния и используют для производства бетона и изготовления литейных форм. Однако таким образом удастся утилизировать только треть отходов. Остальные приходится захоранивать. Ученые разработали способ изготовления минеральной ваты для утепления домов, при котором в качестве связующего материала используют отходы бумажного производства. Новое связующее даже дешевле традиционного.

Не следует уповать только на очистку промышленных стоков. Это не решит всех проблем. Не так уж сложно удалить из стоков 80—90% вредных примесей, но оставшегося с лихвой хватит, чтобы загрязнение продолжалось, пусть даже замедленными темпами. А полная

очистка стоит очень дорого и при нынешних способах грозит сделать многие отрасли промышленности мало-рентабельными. На строительство отстойников, аэра-торов, фильтров при новых предприятиях уходит до чет-верти и более капиталовложений. Конечно, сооружать их необходимо, но радикальный выход — коренное из-менение системы водопользования. Проще говоря, надо перестать рассматривать реки и водоемы как сборники всяческих отходов и сделать все, чтобы ускорить пере-ход промышленности на замкнутую технологию, когда предприятие возвращает в оборот использованную и очищенную затем воду, а из внешних источников толь-ко пополняет потери (рис. 8).

Высокие нормы удельного водопотребления и боль-шие объемы сбросов в водоемы есть результат несовер-шенства технологических процессов и схем, на которых построено промышленное производство. Большое коли-чество отходов при современных методах промышлен-ного производства не является неизбежностью, их коли-чество может быть сокращено путем создания более современных технологических методов.

Во многих отраслях промышленности сточные воды не дифференцировались, локальные схемы очистки с утилизацией отходов не строились. Вместо этого все сточные воды собирались в общий поток. При этом не-избежно происходило разбавление, и очистке с утили-зацией отходов подвергался суммарный объем сточных вод всего предприятия по сложной многостадийной схе-

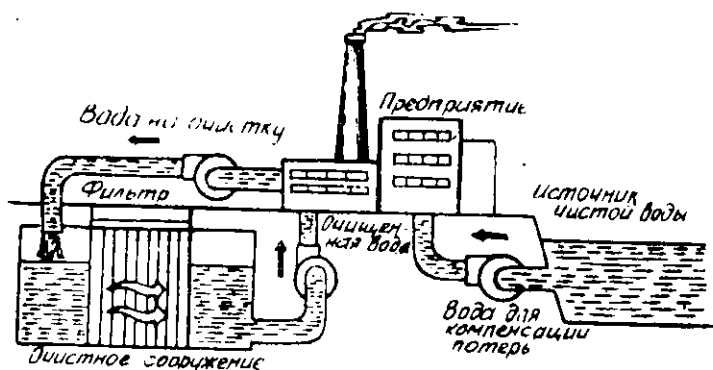


Рис. 8. Схема использования воды в замкнутом контуре.

ме, что затрудняло создание замкнутых водооборотных схем, исключаяющих сброс в открытую гидрографическую сеть. В настоящее время в ряде отраслей промышленности уже разработаны и частично реализованы замкнутые водооборотные схемы с локальной очисткой, что позволило значительно снизить удельные нормы водопотребления и в некоторых случаях полностью исключить сбросы сточных вод в водоемы.

Наиболее высоких результатов добились нефтеперерабатывающие предприятия, где использование воды в обороте составило в среднем 89,5%. В этой отрасли уже проектируются и строятся заводы, где полностью ликвидирован сброс сточных вод.

В черной металлургии использование воды в системах оборотного водоснабжения превысило 80%. Дальнейший прогресс в этом направлении будет достигнут за счет внедрения сухих методов очистки технологических газов от пыли, окислов серы и азота, а также применения новых схем охлаждения крупных металлургических агрегатов (печей и прокатных станов).

Организация бессточной системы водоснабжения на Карагандинском металлургическом комбинате исключает сброс загрязненных вод во внешний водоем и сокращает потребление свежей воды до 4% общего водопотребления. Использование городских сточных вод для подпитки системы водоснабжения позволит уменьшить забор свежей воды до 1,7% общего водопотребления. При этом значительно повысится годовой экономический эффект.

В цветной металлургии, как и в других отраслях промышленности, оборотное водоснабжение является наиболее рациональным решением проблемы охраны водоемов от загрязнения. При флотационном обогащении руд для использования оборотных вод иногда достаточно их предварительного осветления. В сложных схемах обогащения полиметаллических руд перспективна локальная очистка определенных стоков с включением затем очищенной воды в общую систему водооборота. При этом возникает возможность регенерации некоторых флотационных реагентов (цианид, сернистый натрий) и извлечения методами сорбции и ионной флотации растворенных в сточных водах металлов (вольфрама, молибдена, меди и др.).

Значительный вклад в охрану окружающей среды вносит созданная в Первомайском производственном объединении «Химпром» замкнутая система водоснабжения и переработки отходов. Это — комплекс оригинальных безотходных ресурсосберегающих технологий ряда химических производств, в том числе каустической соды и хлора. Полностью прекращен сброс сточных вод в открытые водоемы, а из отходов производится около 30 тыс. т товарной продукции в год. Эта работа в 1986 г. была удостоена Государственной премии.

Предприятия, основанные на безотходной технологии, — это предприятия будущего. Они уже создаются. Сейчас уже действуют отдельные заводы и фабрики бессточного производства. Бессточная система завода по производству изопренового, дивинилового каучука и соответствующих мономеров, предусматривающая полный комплекс глубокой доочистки биологически очищенных стоков от остаточных органических загрязнений и растворенных минеральных солей с учетом технологических мероприятий, позволяет значительно сократить капитальные затраты на очистку при одинаковых эксплуатационных расходах.

Широкое внедрение качественно новой технологии безотходного производства — одна из важнейших задач долгосрочного плана развития народного хозяйства. В настоящее время ставится вопрос о том, чтобы в ближайшие 10—20 лет все предприятия и в первую очередь заводы химической, целлюлозно-бумажной и горно-обогатительной промышленности работали по технологии комплексной безотходной переработки сырья. Особенно важно это для предприятий, размещаемых в густонаселенных районах. Считается целесообразным перевод на безотходную технологию целого ряда химических, нефтеперегонных и горно-обогатительных заводов, действующих в непосредственной близости от городов и сбрасывающих свои отходы в реки и водоемы.

КОНТРОЛЬ ЗА ЧИСТОТОЙ ВОДОЕМОВ

Государственный контроль за использованием и охраной вод должен обеспечить соблюдение всеми министерствами, ведомствами, предприятиями, учреждениями, организациями и гражданами установленного поряд-

ка использования вод, выполнения обязанностей по охране их от загрязнения, засорения и истощения.

Контроль осуществляется за использованием и охраной вод. Бассейновые, территориальные управления или инспекции по регулированию использования и охране вод и гидрохимические лаборатории отбирают и анализируют пробы сточных вод и вод открытых водоемов в местах сброса в них сточных вод, определяют эффективность работы действующих водоохраных сооружений, намечают мероприятия по устранению вскрытых недостатков и устанавливают сроки их исполнения.

Работу по санитарной охране водоемов санитарно-эпидемиологическая служба проводит в соответствии с «Положением о государственном санитарном надзоре». Органы санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения отвечают за охрану водоемов, так как эта проблема затрагивает интересы здравоохранения и санитарные условия жизни всего населения. На предприятиях создана широкая сеть санитарных лабораторий для изучения состава сточных вод и качества воды водоемов. Каждая лаборатория проводит в год десятки тысяч анализов сточных вод и воды водоемов. Санитарные лаборатории и их филиалы на очистных сооружениях работают по единому плану, утвержденному дирекциями предприятий после детального согласования с санитарно-эпидемиологической станцией. Объектами санитарных наблюдений являются водоемы, используемые для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых нужд населения.

Гидрометеорологические службы изучают химический состав поверхностных вод и его изменения под влиянием хозяйственной деятельности человека и на основе обобщения полученных материалов составляют обзоры состояния водных источников. Для проведения этих наблюдений служба располагает стационарными постами, которые размещены в водных бассейнах с учетом плотности населения и распределения сбросов промышленных, коммунальных и сельскохозяйственных стоков. Периодически проводятся экспедиционные обследования различных районов и отдельных водных объектов, имеющих наиболее важное значение для народного хозяйства.

Контроль за уровнем загрязнения поверхностных вод

осуществляется по физическим, химическим и гидробиологическим показателям. Наблюдательные пункты совмещаются с расходными гидрологическими постами и участками, обеспеченными гидрологическими измерениями и расчетами. В районе сброса сточных вод организуется два (или несколько) створа наблюдений: один выше источника загрязнения, другие — ниже. На них определяют минерализацию, содержание взвешенных веществ, рН, характеризующий кислотность, содержание растворенного кислорода, БПК₅, ХПК (показатели, характеризующие биологическое и химическое потребление кислорода), содержание основных ионов биогенных веществ, нефтепродуктов, детергентов, фенолов, пестицидов, тяжелых металлов, некоторых специфических ингредиентов. Определяется также цветность воды и измеряется температура.

Очень важно, что в систему контроля уровней загрязнения поверхностных вод внедряются гидробиологические методы анализа, результаты которого позволяют судить непосредственно о состоянии экосистемы водоема. Основу гидробиологического контроля составляют наблюдения за такими биологическими элементами водных экосистем, как зообентос, зоопланктон, макрофиты (высшая водная растительность). Эти наблюдения являются составной частью экологической службы.

При проведении санитарных наблюдений за состоянием водоемов предусматривается сбор сведений об основных источниках загрязнения. При этом рассматриваются вопросы санитарного благоустройства населенного пункта, условия отведения его сточных вод, данные о других источниках загрязнения, в частности о промышленных и сельскохозяйственных объектах, сбрасывающих сточные воды, о характере очистки и обеззараживания и т. д.

Материалы о качестве воды водоемов увязываются с данными о гидрологическом режиме, что позволяет оценить полученные результаты санитарно-лабораторных исследований и использовать их при прогнозировании качества воды водоемов. При сильном загрязнении водоемов изыскиваются более действенные средства контроля за качеством воды. Контроль, осуществляемый с помощью автоматических приборов, способствует более быстрому принятию решений и проведению меро-

приятий по устранению неблагоприятных воздействий на источники водоснабжения населения. Осуществляется он посредством прямого измерения величин концентрации загрязнений с помощью определенных датчиков в виде электрического сигнала.

По своему назначению средства автоматического контроля за качеством воды подразделяются на приборы для стационарных лабораторий, для работы в полевых условиях и для передвижных лабораторий. Переносные приборы предназначены в основном для получения экспресс-информации о состоянии отдельных участков реки, водохранилища или другого объекта в полевых условиях, с борта лодки, берега водоема, береговых сооружений. Полученные данные позволяют принимать быстрые решения и проводить мероприятия по устранению неблагоприятных воздействий на контролируемый район водопользования.

Для контроля за уровнем загрязнения водоемов сейчас используются автоматические системы контроля качества воды АНКОВ-В (автоматическое наблюдение контроля окружающей среды — вода). Расположенные на разном уровне течения, они помогают «поймать за руку» непосредственного виновника загрязнений, что очень важно при внезапных залповых сбросах в воду вредных промышленных стоков, которые чаще всего случаются ночью.

При традиционных методах анализа воды от взятия пробы до получения готовых результатов в химической лаборатории уходило несколько суток. Ныне, когда такие установки расположены в нескольких местах водоемов, на всю эту работу уходит всего полчаса.

Опыт московской АНКОВ-5 положен в основу создания и внедрения подобных систем в других городах. Станция, работающая в столице Грузии на реке Куре, стала дальнейшим развитием системы АНКОВ-В.

Электронным мозгом АСКПВ служит комплекс технических средств для локальных информационно-управляющих систем нового поколения. Отсюда поступают команды произвести тот или иной замер воды и сюда же возвращается вся необходимая информация о проведенных анализах. Эта станция контролирует 17 физико-химических параметров, без человеческой помощи отбирает пробу воды, анализирует ее, кодирует результаты и посылает их в зональный центр обработки информа-

ции. Дальнейшее внедрение таких станций в регионах, подверженных экологической опасности, лишь вопрос времени и экономических возможностей.

Глава 8. ОХРАНА МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Мировой океан определяет лицо нашей биосферы: огромная масса его вод формирует климат планеты и служит источником атмосферных осадков. Более половины кислорода поступает в атмосферу из океана, и он же является уникальным регулятором количества углекислоты в атмосфере, так как способен поглощать ее избыток. В Мировом океане ежегодно вылавливается примерно 70 млн. т рыбы. Хотя это и составляет лишь около 1% мирового производства продовольствия, но в то же время это 15% потребляемых человечеством животных белков.

Шельф — морская нива человечества, самая продуктивная часть океана. Почти вся добываемая рыба ловится именно на шельфе, не говоря уж о других продуктах моря — устрицах, крабах и т. п. Шельфовая зона занимает лишь около 13% акватории Мирового океана, но на этом относительно небольшом участке океан производит до 50% всей синтезируемой в нем первичной продукции органического вещества. Так что, утратив шельф, мы потеряем не узкую прибрежную полосу в 20 миль, а добрую половину океана в смысле его биологических ресурсов.

В будущем возрастет зависимость человека от океанских богатств. Ведь ресурсы суши быстро идут на убыль. Истощаются, например, запасы никеля и кобальта. И уже к началу XXI в. от 70 до 100% добычи этих металлов придется не на сушу, а на морское дно. В Японии, Англии и других странах в последнее время активно разрабатываются технологии получения урана из морской воды, ведется донная добыча фосфорной руды. В Японии действует экспериментальная установка для извлечения урана из морской воды. Предприятие, расположенное на о. Сикоку, рассчитано на ежегодную фильтрацию 36 тыс. т морской воды. По японскому методу из 1 тыс. т воды получают 3 г урана. К 2000 г. из океана предполагается извлекать ежегодно до 1 тыс. т урана, для чего придется подвергнуть фильтрации 333 млрд т воды. Уран планируется использовать в качестве сырья

для атомных электростанций, число которых в Японии значительно возрастет.

Вклад морского хозяйства в мировую экономику к 1980 г. составлял около 4% стоимости мирового совокупного продукта. До 95% мирового вылова рыб, беспозвоночных и моллюсков извлекаются из недр морей и океанов. Каждая четвертая тонна нефти также приходится на морские промыслы.

В сложной многоотраслевой структуре тихоокеанской экономики ведущее место занимают рыболовство и добыча морепродуктов. Благоприятным местом для развития марикультурных хозяйств является континентальный шельф Тихого океана. Около 40 государств тихоокеанского бассейна ведут здесь добычу минерально-энергетического сырья, одновременно загрязняя океан.

Реальную опасность экологическому равновесию в океане представляют следующие формы антропогенного воздействия: загрязнение акваторий, нарушение механизма воспроизводства морских организмов, отторжение берегового и акваториального пространства для хозяйственных целей.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ И САМООЧИЩЕНИЕ МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

Освоение морских ресурсов, как и развитие судоходства, повсеместно сопровождается быстрым загрязнением океанских вод, что чревато крайне серьезными последствиями для человечества. Один британский эколог провел полтора месяца на торговом судне, чтобы учесть количество мусора, выбрасываемого за борт. За этот срок команда из 46 человек отправила в море 5 тыс. банок из-под консервов, 350 пластиковых бутылок, 320 бумажных пакетов, пять жестяных бочек и множество другого мусора. Подсчеты показали, что в среднем ежегодно моряки торгового флота Великобритании выбрасывают в море 300 миллионов консервных банок.

1989 г. три крупные утечки нефти, происшедшие подряд у берегов США, вновь привлекли внимание общественности к одной из самых острых экологических проблем современности — защите морей и океанов от губительных последствий человеческой деятельности. Одна из последних аварий произошла близ устья залива Наррага-Сетт в штате Род-Айленд, где напоролся на риф

греческий танкер. В море вылилось 16 тыс. т нефти. Нефтяное пятно распространилось по поверхности воды на 30 км к северу от потерпевшего аварию танкера.

В 1989 г. в проливе Принс-Уильям, близ Аляски произошла крупнейшая в истории США нефтяная катастрофа: из танкера вылилось свыше 40 млн л нефти. Под вопросом оказался промысел сельди — продукта, приносящего ежегодно многомиллионные прибыли на японском рынке. Биологи сообщили, что в районе загрязнения погибли, погибают или обречены на гибель от отравления, переохлаждения или голода сотни морских животных. Резкой критике подвергается крупнейшая в мире нефтяная компания «Экссон», которой принадлежал танкер, разбившийся о рифы. Стоимость работ по очистке побережья Аляски от загрязнения нефтью составляет более миллиарда долларов. Цифры показывают, что инцидент с танкером у берегов Аляски стал не только самым крупным случаем утечки нефти в истории Соединенных Штатов, но и наиболее дорогостоящей промышленной катастрофой за все годы.

С увеличением объемов добычи, транспортировки, переработки и потребления нефти и нефтепродуктов расширяются масштабы загрязнения ими окружающей природной среды. Обеспокоенность нефтяным загрязнением вызвана поступательным ростом экономического ущерба, причиняемого рыболовству, туризму и другим сферам деятельности. Только 1 т нефти способна покрыть до 12 км² поверхности моря, а это изменяет все физико-химические процессы: повышается температура поверхностного слоя воды, ухудшается газообмен, рыба уходит или погибает. Но и осевшая на дно нефть долгое время вредит всему живому.

«Океан умирает, он болен по вине человека», — эти слова Тура Хейердала хорошо известны. Еще в 1969 г. во время плавания через Атлантический океан на папирусном судне «Ра» он отмечал, что поверхность его была свободна от глобул нефти и дегтя только в течение нескольких дней за весь двухмесячный период путешествия. В настоящее время положение не улучшилось. Ежегодно в океан сбрасывается около 19 млн т нефти. Причем основное ее количество попадает в море не при авариях судов, а в результате преднамеренного слива балластных, моечных и других вод, загрязненных нефтепродуктами.

Танкерный флот является одним из главных источников загрязнения моря нефтью. Утечка нефти происходит во время погрузки и разгрузки танкеров, заправки нефтяным топливом судов в море, при авариях и катастрофах танкеров, сбросе танкерами остатков нефтяного груза с балластной водой и в других случаях.

Каждая капля нефти покрывает непроницаемой пленкой 20 м^2 морской поверхности; в два раза сокращает водообмен между океаном и воздухом, губит микроорганизмы, рыбу, морских птиц. Нефть образует пленку толщиной всего в $0,001 \text{ см}$. Можно себе представить, какие огромные пространства она покрывает. В пленке накапливаются ионы тяжелых металлов, пестициды и другие вредные вещества. А многие морские обитатели проходят стадию личинки как раз в поверхностном слое. Для иных водных организмов достаточно нескольких минут воздействия нефти, чтобы их уже ничто не могло спасти.

Наиболее опасна нефть на ранних стадиях развития морских организмов. Личинки многих гидробионтов погибают в морской воде, содержащей нефть в концентрации всего несколько миллиграммов на литр. Особенно восприимчива к нефти икра рыб. При концентрации нефти $0,01 \text{ мг/л}$ количество нежизнеспособных личинок, выходящих из развивающейся икры, увеличивается в несколько раз. Нефть поражает морские организмы даже при кратковременном воздействии (минуты, часы), приводя к гибели гидробионтов уже после дальнейшего пребывания их в чистой морской воде. Хорошо известны изменения флоры и фауны под влиянием нефтяных загрязнений.

По данным исследований, с морских торговых судов сбрасывается около 640 тыс. пластиковых пакетов (контейнеров) ежедневно. Большинство из них ломается и попадает на побережье. Пластики были обнаружены на 86% пляжей Тихого океана, на 60—70% пляжей Средиземноморья. В Новой Зеландии насчитали около 100 тыс. кусочков пластмасс на каждом метре пляжной полосы. По данным Национальной морской рыболовной службы США, на одном из Алеутских островов было обнаружено свыше 220 кг пластика на пляже длиной 1,8 км. В последующие годы количество пластика увеличилось в 3 раза.

Французские исследователи установили, что дно Ат-

лантического океана загрязнено попадающим с суши свинцом на расстоянии 160 км от берега и на глубине до 1610 м. Было обнаружено, что в верхнем слое донных отложений концентрация свинца значительно выше, чем в более глубоких слоях. И это результат хозяйственной деятельности человека, а не следствие длительного природного процесса. Исследователи провели анализ образцов донных отложений, полученных при бурении двух скважин в Северной Атлантике — в 240 км западнее побережья Франции на глубине около 2135 м и на расстоянии около 402 км от берега на глубине 3660 м. В образцах донных отложений, полученных из первой скважины, в верхнем слое толщиной около 1 см содержание свинца составило 21 часть на миллион, а в более глубоком слое толщиной 1 см — 6 частей на миллион. В образцах из другой скважины концентрация свинца была 15 частей на миллион в верхнем слое и 3 части на миллион в более глубоких слоях.

Самоочищение морей и океанов. Самоочищение — сложный процесс, при котором происходит разрушение компонентов загрязнения и включение их в общий круговорот веществ. Этот процесс, созданный самой природой, существовал задолго до того, как человек начал загрязнять окружающую среду, и даже до появления самого человека. Однако способность моря перерабатывать углеводороды и другие виды загрязнения не безгранична. В настоящее время многие акватории уже потеряли способность к самоочищению. В некоторых заливах и бухтах большие количества нефти, скопившиеся в донных отложениях, превратили их практически в мертвые районы.

Между численностью нефтеокисляющих микроорганизмов и интенсивностью нефтяного загрязнения морской воды существует прямая зависимость. Наибольшее число микроорганизмов выделялось в районах нефтяного загрязнения, при этом количество бактерий, растущих на нефти, доходило до 10^6 — 10^7 на 1 л морской воды.

Наряду с численностью увеличивается и видовое разнообразие микроорганизмов в местах постоянного нефтяного загрязнения, что, видимо, объясняется сложностью химического состава нефти, различные компоненты которой могут потребляться только определенными видами микроорганизмов. Связь между численностью и видовым разнообразием микроорганизмов, с

одной стороны, и интенсивностью нефтяного загрязнения, с другой, дает право рассматривать нефтеокисляющие микроорганизмы как индикаторы нефтяного загрязнения.

Микроорганизмы моря функционируют в составе сложного микробиоценоза, который реагирует на чужеродные вещества как на единое целое. Немногие виды микроорганизмов способны полностью разложить нефть. Такие формы выделяются из морской среды редко, и процесс деградации нефти не бывает интенсивным. Смешанное бактериальное население более эффективно разрушает различные сырые нефти и отдельные углеводороды.

К морским организмам, которые участвуют в процессах самоочищения, относятся моллюски. Различают две группы моллюсков. В первую группу входят мидии, устрицы, гребешок и т. п. Для них характерна двустворчатая раковина. Обычно створки раковины чуть приоткрыты и хорошо видно, как из-под радужной мантии торчат две трубочки — сифоны. Через один сифон всасывается морская вода со всеми взвешенными в ней частицами, которые оседают в специальном аппарате, а через другой очищенная морская вода возвращается в море. Все съедобные частицы потребляются, а непереваренные более крупными комочками выбрасываются наружу. Плотное поселение мидий площадью 1 м^2 фильтрует за сутки до 200 м^3 воды.

Мидии — один из самых распространенных морских водных организмов. Их клиновидно-овальные двустворчатые раковины достигают длины 15 см. Мидий можно встретить у самой поверхности воды, но наиболее многочисленные их колонии обнаруживаются на глубинах от 5 до 20 м. Наибольшая плотность «населения» — около 1 тыс. экземпляров на 1 м^2 — отмечается в обрастаниях скал, свай и причалов.

Внимание ученых мидии привлекают прежде всего как активные фильтровальщики воды. Крупный моллюск может пропустить через себя до 70 л воды в сутки и таким образом очистить ее от возможных механических примесей и некоторых органических соединений. Подсчитано, что только в северо-западной части Черного моря мидии профильтровывают за сутки более 100 км^3 воды. Недаром их называют санитарами моря. Так же,

как мидии, питаются и другие морские животные — мшанки, губки, асцидии.

У моллюсков второй группы раковина имеет закрученную овально-коническую форму, как у рапанов и литоринов, или форму колпачка, как у морского блюдечка. В море существуют миллионы моллюсков. Ползая по камням, сваям, причалам, растениям, днищам судов, они прочищают громадные заросшие поверхности.

Среди многочисленных беспозвоночных животных, входящих в фауну Каспийского моря, моллюск кардиум — поистине санитар-рекордсмен. Несмотря на свои небольшие размеры (около 2,5 см), он успевает за сутки профильтровать до 15 л воды. При этом растворенная в ней нефть как вещество, не пригодное для питания, обволакивается слизью и в этой «упаковке» выбрасывается на дно. Возможно затем такие «микрokonтейнеры» биологически преобразуются в безвредные вещества. Ученые стремятся изучить деятельность морских организмов, включая водоросли, с тем чтобы найти новые эффективные способы борьбы с загрязнением водоемов.

Морские организмы (их поведение и состояние) являются индикаторами нефтяных загрязнений, т. е. они осуществляют биологическое наблюдение за окружающей средой. Однако морские организмы не только пассивные регистраторы, но и непосредственные участники процесса естественного самоочищения среды. Известны около 70 родов микроорганизмов, включая бактерии, грибы и дрожжи, которые способны вступать в единоборство с нефтью. Им принадлежит важнейшая роль в разложении нефти и углеводов в море. Численность их в местах загрязнения может достигать сотен миллионов в 1 см³ воды. Это наши верные помощники, которые, как надеются ученые, заменят в будущем существующие способы сбора и изъятия нефти.

Не менее значительна роль микроорганизмов при столкновении моря с пестицидами: накапливая в себе вредные продукты их превращений, отважные бактерии сигнализируют о состоянии среды. Вот почему так важно выявить как можно больше таких организмов-индикаторов, получить предельно подробную информацию об их поведении в тех или иных условиях, об их состоянии в зависимости от состояния окружающей среды. Как вы-

яснилось в последнее время, наиболее действенны и при этом широко распространены макрофиты—хорошо известные всем водоросли, растущие на небольших глубинах и у берега моря.

Большое значение для процесса самоочищения имеет содержание в морской воде кислорода. В отличие от многих других морей насыщение вод Черного моря кислородом возможно только через контакт с атмосферой. Однако вертикальному распространению поверхностных вод, насыщенных кислородом, препятствует различие солености воды в верхних и нижних уровнях. Поэтому в Черном море кислородом насыщен только верхний слой, объем которого составляет лишь 1/15 часть всего бассейна. Остальная часть моря безжизненна, так как кислород в ней отсутствует, а его место занимает сероводород. Такое подразделение вод по вертикали предопределило развитие жизни только в верхнем слое Черного моря. Забота о чистоте этого относительно тонкого слоя— важная задача всех стран Черноморского бассейна.

Чистотой воды Черное море обязано огромной армии «чистильщиков». Планктонные организмы, усваивая солнечный свет и минеральные вещества, являются тем первым звеном, с которого начинается длинная цепь превращения неорганического вещества в органическое.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КАСПИЙСКОГО, АЗОВСКОГО И ЧЕРНОГО МОРЕЙ

Площадь Каспийского моря составляет 380 тыс. км², а водосборная площадь— 3,1 млн км². В границах СНГ его площадь равна 371 тыс. км². В Каспийское море впадают более 100 рек, крупнейшими из которых являются Волга, Урал, Эмба, Атрек в северо-восточной зоне и Кура, Аракс, Самур, Сулак, Терек, Кума— в западной. Общая протяженность берегов (длина береговой линии) составляет 7 тыс. км, из которых 6100 приходится на территорию СНГ. Длина его (с севера на юг) равна 1200 км, а средняя ширина— 320 км.

Море делят на три части: северную, среднюю и южную. Северный Каспий мелководен, средняя глубина его около 5 м (максимальная 25 м). Средняя часть имеет около 180 м глубины, лишь местами достигая 790 м (Дербентская впадина). Максимальная

глубина приходится на южную часть — 1014 м (Ленкоранская впадина). Северный Каспий от среднего отделяется линией, идущей от острова Чечень к мысу Тюб-караган на полуострове Мангышлак, а средний от южного — подводным хребтом, являющимся продолжением Главного Кавказского хребта. Средняя глубина моря составляет около 184 м.

Дагестанский район Каспийского моря с бассейнами впадающих в него рек играет большую роль в воспроизводстве рыбных запасов и дает более 10% общекаспийских уловов.

Гигантским веером рек, речушек, проток, каналов впадает в Каспийское море Волга. Дельта реки — огромный водный лабиринт, разобраться в котором порой сложно даже старожилам, плавающим тут не один год. По карте дельты Волги можно узнать, где находятся наиболее обширные заросли тростника (он используется как сырье местным целлюлозно-картонным комбинатом), каков донный рельеф на глубинах, не превышающих двухметровой отметки, где проходят границы движения речных судов. Она нужна и речникам, и ученым Астраханского государственного заповедника, и волжским рыбакам. Без этих сведений не обойтись и специалистам, занимающимся прокладкой так называемых «рыбоходов», по которым из Каспия рыба идет на нерест в верховья реки. Ведь чтобы прокосить в джунглях дельты тростник и выбрать правильное направление (вдоль, а не поперек речного потока) для сооружения подводного канала, необходимо хорошо знать донный рельеф и особенности течения.

Космическая съемка позволила обнаружить в восточной части Каспия древнюю общую дельту Урала, Волги, Эмбы и еще одной не известной ученым реки, впадавшей в Каспийское море много веков назад. Наблюдения за устьевыми районами помогают уточнить современные параметры реки.

Каспийское море является замкнутым водоемом, не связанным с Мировым океаном. Поэтому его уровень подвержен значительным колебаниям, обусловленным в основном климатическими факторами (притоком речных вод, величиной испарения с поверхности моря и др.). Последняя фаза понижения уровня началась с 30-х годов и закончилась в 1978 г. За это время уровень Каспия понизился почти на 3 м. В

наиболее пологих местах береговая линия отступила на десятки километров. На высохшей территории началось интенсивное строительство зданий и сооружений. При этом возможность повышения уровня моря во внимание не принималась.

В Каспийском море имеется залив Кара-Богаз-Гол — уникальная природная кладовая минерального сырья. Его рапа (концентрированный солевой раствор) содержит чуть ли не все элементы Периодической таблицы Менделеева. Производственное объединение «Карабогазсульфат» отгружает продукцию в 500 адресов для стекольных, химических, целлюлозно-бумажных, нефтеперерабатывающих, текстильных, кожевенных и других заводов. Многие продукты объединения используются в земледелии и животноводстве.

Кара-Богаз сообщался с морем проливом с единственным в мире морским водопадом — залив был ниже поверхности Каспия на 3 м. Моряки боялись этого места, где вода Каспийского моря устремлялась в залив со скоростью и силой неслыханной, как бы падая в пучину. Отсюда и название Кара-Богаз — Черная пасть. Столетиями эта «пасть» заглатывала волны Каспия и, как считали, уносила их в бездонное чрево. На самом же деле залив — огромная, почти с Ладогу, пологая «сковорода», на которой под жарким солнцем пустыни и под сильными ветрами вода интенсивно испаряется, сгущаясь до насыщенной многими солями рапы.

Для того, чтобы приостановить падение уровня Каспия, весной 1980 г. пролив перекрыли глухой плотиной. Специалисты надеялись, что залив Кара-Богаз-Гол, отсеченный от Каспия, будет высыхать по крайней мере лет двадцать, и ветры постепенно покроют слоем дюнного песка поверхность засыхающей соли. Однако случилось неожиданное. Залив высох за три года, а ветры разносят морскую соль на многие километры. Плотины осложнила работу химиков, добывающих здесь соль. Раньше ее брали из рапы — сильно концентрированного водного раствора соли в заливе. Потом пришлось бурить колодцы и добывать соль, закачивая туда воду. Но состав добываемой соли изменился и уже не удовлетворяет промышленность. Ясно, что со строительством плотины поспешили. Ошибку пришлось исправить. Дамбу разрушили, и в залив

сейчас поступает каспийская вода. Однако этого канала мало. Необходим шлюз для регулируемой подачи воды. Природное равновесие здесь необратимо изменилось.

Могущество, которое дает человеку научно-технический прогресс, ни в коей мере нельзя использовать с легкомыслием ребенка, играющего с природой в жмурки. Необходимы грамотная экологическая экспертиза любого крупного проекта, его всестороннее обсуждение, проверка на математических и физических моделях.

С 1979 г. уровень Каспийского моря стал быстро повышаться, и к 1989 г. повышение составило около 1,5 м. Начали подвергаться подтоплению территории многих городов и населенных пунктов, портовые сооружения. Что же произошло? Ведь сток Волги, в котором видели причину колебаний уровня моря, не увеличился. Возможно дело вовсе и не в Волге. Как свидетельствует геологическая история этого региона, значительные падения и подъемы уровня Каспийского моря весьма характерны. Были времена, когда море мелело настолько, что устье Волги доходило чуть ли не до широты Баку. При этом изменений климата, которые могли бы иссушить море и впадающие в него реки, в прошлом не отмечалось. Так что же все-таки является причиной непостоянства загадочного водоема?

Интересную гипотезу по этому поводу выдвинул академик Н. А. Шило. Он связывает волнообразный процесс наполнения и обмеления Каспия с наблюдавшимися здесь движениями земной коры. Ложе моря состоит из рыхлых осадочных пород. Они, как губка, пропитаны влагой обширного подземного бассейна, пополняемого обильными водами, стекающими с Кавказского хребта, и подземными стоками, идущими с Русской равнины.

Время от времени неотектонические движения то сжимают, то растягивают подстилающие Каспий осадочные толщи. При этом содержащиеся в них воды то выдавливаются в море, то снова отбираются из него. Таким образом, на фазу сжатия приходится повышение уровня, а на фазу растяжения — его падение.

Кроме убедительной простоты и наглядности, гипотеза Н. А. Шило привлекает еще и тем, что дает

возможность заглянуть в будущее уникального моря. Для этого достаточно иметь сеть скважин с соответствующими датчиками и автоматическими регистраторами, следящими за состоянием водонасыщенных подземных толщ. Попутно можно прогнозировать и производительность нефтяных скважин: сжатие пластов будет сопровождаться повышением добычи, а растяжение ее уменьшит.

В шельфовой зоне Каспия добывают нефть. Первые тревожные сигналы поступили в послевоенные годы, когда фонтаны нефти ударили из недр Каспия, и нефтяные вышки «шагнули» в море, создав тем самым массу новых проблем. Начало морской нефтедобычи считалось величайшим достижением науки и техники, поэтому некоторые негативные стороны, в частности экологическая, отошли как бы на второй план. В фильме о каспийских нефтяниках «Покорители моря», снятом как раз в те годы известным кинодокументалистом Романом Карменом, есть уникальный кадр: струя нефти бьет из только что пробуренной скважины, и радостные нефтяники, черпая ее пригоршнями, обмазывают друг другу лицо. Обратите внимание, в море выливаются тонны нефти, и никто этого не замечает. Тогда эти кадры рождали чувство гордости за них, наших нефтяников. Сейчас же такой эпизод побудил бы немедленно бить тревогу.

Впрочем, история загрязнения Каспия началась значительно раньше, еще в конце прошлого столетия. Тогда первые промыслы и нефтеперегонные заводы начали сбрасывать в Бакинскую бухту стоки, содержавшие нефть и высокотоксичные отходы ее переработки. В 60-е годы неблагоприятное состояние морской воды достигло критической точки, и масштабы загрязненности стали вызывать серьезную тревогу. Местами вода покрылась маслянистой пленкой, да и испарения с ее поверхности воздействовали на воздух не лучшим образом.

В этот период были внедрены установки для сбора пластовых вод и их очистки с последующим закачиванием в пласт для поддержания давления и увеличения выхода нефти. Большой экономический и экологический эффект дало внедрение малогабаритных установок для очистки балластных вод. Очищенная таким образом вода при сбрасывании в морскую сре-

ду не оказывала на фауну токсического воздействия.

В настоящее время проходка скважин и их эксплуатация проводятся с современных стационарных глубоководных оснований. Они построены с учетом специфики нефтедобычи в море. Технологический процесс происходит по замкнутому циклу, который полностью исключает потери нефти и сброс нефтепродуктов в море. При бурении скважин с глубоководных оснований практически сводится к нулю возможность загрязнения Каспия сыпучими материалами. Выбуренная порода собирается в специальных приемниках-шламоулавливателях, а затем в контейнерах перевозится на берег. Большая часть ее используется комбинатом стройматериалов для изготовления керамзита.

По морскому дну Каспия проложено уже более 2,5 тыс. км больших и малых нефтегазопроводов. Самый крупный, транскаспийский стальной рукав, протянувшийся от Нефтяных Камней до нового порта Дюбенды, позволил избавиться от балластных вод объемом 300 тыс. м³ в год и полностью прекратить утечку топлива в море.

И тем не менее интенсивность загрязнения Каспия такова, что уже в ближайшие годы здесь может развиться катастрофа. Только с территории Дагестана сбрасывается более 100 млн м³ промышленных, сельскохозяйственных и бытовых стоков. Отнюдь не голубую волну несут в море и реки Волга, Урал, Терек, Сулак. Содержание в морской воде опасных загрязнений сейчас превышает предельно допустимые нормы в десятки, а то и сотни раз. Скуднее стали рыбные запасы.

Учитывая это, в Баку был создан Международный центр по экологическим исследованиям Каспийского моря. Его цель — объединение исследований по возобновлению ресурсов Каспия.

Азовское море. Площадь Азовского моря 30 тыс. км². Оно самое мелкое в мире — средняя глубина всего 8 м, а наибольшая — 14. Это еще и самое продуктивное море планеты. С 1 га водной поверхности здесь вылавливалось до 80 кг рыбы, что в 6 раз больше, чем в Каспийском и почти в 25 раз больше, чем в Черном морях. В 1951 г. только сельдевых вылавливали в Азове 28 тыс. ц, а в 1986 г. уже лишь 2 тыс. ц. Судак соответственно 126 тыс. и 32,3 тыс., леща — 126 и

26,3. Рыба умирает прямо в море — в своей родной стихии. И это при том, что на берегу Азова, по крайней мере на краснодарской его части, нет ни одного из традиционных экологических гангстеров — промышленных гигантов. Человек произвел поистине уникальный «эксперимент на выживание», заставив природу уничтожать саму себя.

Кубань когда-то была полноводна и прозрачна. Но перегородили ее плотинами, и ущерб рыбному хозяйству края сразу же составил миллионы рублей. Поставили на берегах реки десятки химических, перерабатывающих предприятий, и те, «соединив усилия» и подкрепив мощь собственных недоочищенных стоков ручьями из коммунально-бытовой сферы, ежедневно разбавляют речную воду более чем 140 млн м³ сточных вод. Однако это капля в Азовском море по сравнению с водопадом отравы, что поступает с окрестных рисовых полей. Объем сей «Ниагары» — по 14 млрд м³ яда в год, то есть в сто раз больше, чем все промышленные и бытовые стоки вместе взятые. Кубанское Приазовье — сплошь рисовые чеки. Распространенная ныне технология выращивания ценного этого злака неразрывно связана с использованием пестицидов и гербицидов. Для растений эти химические добавки — благо. Для человека они — яд. Беспестицидная технология существует давно. Основана она на биологических в отличие от ныне практикующихся химических методов обработки рисовых чеков. Но ведь ее внедрение требует средств и усилий. Гораздо проще бухнуть тонну дешевой «химии» на каждый гектар.

Причин создавшейся сложной экологической ситуации на Азовском море несколько. Одна из них — перенаселенность. На прибрежной полосе длиной в сотню километров разместилось 317 пансионатов, баз отдыха, детских лагерей, в которых отдыхают сотни тысяч человек. Сюда следует добавить массы «диких» отдыхающих. Побережье в летние месяцы заселяется так плотно, что на одного человека приходится лишь 0,2 м² пляжа вместо четырех по норме. Так, некогда жемчужная 18-километровая Бердянская коса, где разместилось без малого четыре десятка оздоровительных учреждений, в которых одновременно могут отдыхать десять тысяч человек, превратилась в зону, куда даже ступить становится опасно.

Море доведено до критической ситуации. Могут начаться массовые вспышки инфекционных заболеваний. Неочищенные стоки попадают не только в почву, но и в Бердянский залив, в котором купаются сотни тысяч человек. Индикатором чистоты является наличие определенного количества лактозоположительной кишечной палочки в литре морской воды. При норме от 1 до 5 тыс. их в 1989 г. было до 240 тысяч. Бердянск не имеет ливневой канализации. Катастрофически не хватает питьевой воды, на одного гостя приходится в пять раз меньше места на пляжах, чем предусматривается нормами.

Промышленные предприятия Мариуполя ежегодно сбрасывают в море 945 млн м³ стоков. Настоящим бедствием стали так называемые залповые сбросы неочищенных стоков, происходящие из-за аварий на канализационных и очистных сооружениях. В 1988 г. предприятия города, в основном металлургические, дали шесть таких «залпов». Отличился и горводоканал. В 1988 г. по его вине в море ушло вдвое больше грязи, чем в 1987 г. Добавим к этому 40 млн м³ ливневых вод, стекающих с городской территории прямо в море вместе с мазутом и мусором. В результате загрязнение прибрежных вод в черте города превышает санитарные нормы в 360 раз.

Бердянский опытный нефтемаслозавод сбрасывает в сутки 14238 м³ неочищенных промышленных стоков, в том числе цех синтетических жирных кислот (СЖК) — 500 м³. За 1987 г. в Азовское море было спущено 140,3 т взвешенных веществ и 21,8 т нефтепродуктов. Строительство очистных сооружений ведется крайне медленно.

Комбинат «Азовсталь» на берегу Азовского моря отсыпал из шлаков дамбу, чтобы отсечь сотню гектаров залива для ... захоронения производственных отходов. А их здесь скопилось за десятилетия немало. Вместе со шлаком в воду переходит большое количество тяжелых металлов, вредных для живых организмов. Самый опасный из них — ртуть. Отгородив участок залива, руководство «Азовстали» смело рапортовало — комбинат воды не загрязняет, экологические требования соблюдены. Дамбу же возвели из шлаков отнюдь не случайно. Шлака хватит на тысячу таких дамб. Все рассчитали проектанты, но забыли о

самом главном — сколько будет стоить отравление моря и как это отразится на здоровье людей.

Едва очередную порцию отходов вываливают в море, как содержащиеся в них вредные вещества начинают растворяться в воде. Тяжелые металлы способны накапливаться в тканях любого живого организма — как рыбы, так и человека. Содержание только хрома в шлаке достигает 25%. Где-то разрабатывают месторождения этого редкого металла, а здесь обогащенная руда выбрасывается и отравляет лазурное море. Дамба, подобно черному спруту, отвратительным щупальцем охватила часть моря. Известно, что даже прочный бетон фильтрует воду. Дамба же построена из пористых высокотоксичных шлаков, и вода, постоянно вымывая из них вредные вещества, отравляет все живое.

Насыщенный до предела промышленными предприятиями город на берегу Азова стал сбрасывать в море куда больше нечистот, чем несколько лет тому назад. Степень загрязнения промышленными стоками этого уникального водного бассейна стала угрожающей для его флоры и фауны. Был создан Комитет по спасению Азовского моря, являвшийся добровольным общественным органом. Сеть подкомитетов, организованных в городах и поселках Приазовья, занимается сбором информации по экологии, организацией независимой от ведомств экспертизы вод Азовского моря и впадающих в него рек. Через свою газетно-еженедельник Комитет дает объективную оценку биосферы и здоровья населения региона. Конечная цель его — разработка конструктивных предложений и включение их в государственную долгосрочную природоохранную программу.

Наделенный правом юридического лица Комитет как самостоятельная хозяйственная единица может приобретать или брать в аренду здания и оборудование, вести капитальное строительство, заниматься внешнеэкономической деятельностью. А главное — у Азовского моря теперь есть свой адвокат. Комитет выступает в судах и арбитражах в качестве истца по отношению к любым предприятиям и ведомствам, для которых море стало сливной емкостью вредных отходов.

Черное море. Площадь Черного моря составляет 413488 км², средняя глубина — 1271 м. Лазурь Черно-

го моря всего лишь стометровый слой, содержащий кислород, а под ним — толща губительной для всех живых существ сероводородной среды. По акватории Черного моря поднимается верхняя граница зоны сероводорода. Многочисленные реки, впадающие в море, а также дожди сильно опресняют верхние слои воды, незначительная часть которой вытекает через пролив Босфор. В то же время глубинное течение в этом проливе, наоборот, постоянно подкачивает соленую воду из Мраморного моря. Поэтому Черное море напоминает непроточный аквариум, где компрессоры с нагрузкой нагнетают воздух.

Сверху в море находится легкая опресненная вода, снизу более тяжелая — сильно соленая, а между ними — своеобразный барьер, именуемый в науке слоем скачка плотности. Нижний слой воды, лишенной жизни, постепенно поднимается. Определить скорость этого процесса очень трудно. Дело в том, что граница между «живой» и «мертвой» водой неровная, находится в постоянном движении — то купола, то впадины. Она проходит на глубине 100—200 м.

Как же все-таки определили, что сероводород поднимается? По верхней границе сероводорода на куполах. Лет двадцать назад они поднимались до глубины 90 м, а теперь их встречают уже на отметке 60—50 м. Особо следует сказать о северо-западной части моря. Здесь оно сравнительно мелкое. Кроме того, вблизи Одессы находятся дельты сразу нескольких крупных рек: Днестра, Днепра и Южного Буга. Здесь сероводород встречается на глубинах и до 6—5 м.

Чем наука объясняет этот процесс? Прежде всего увлажнением климата. Количество пресной воды в море увеличивается, а значит, стагнация (своеобразный барьер между водой разной плотности) усиливается. Помогает этому и деятельность человека. Примером могут служить воды Дуная. Да и Днепр не лучше. Известно, что часть удобрений с полей вымывается дождями и попадает сначала в реки, а затем в моря. Удобрения стимулируют рост водорослей, которые быстро погибают, и тысячи тонн этой органики опускаются на глубину и разлагаются, выделяя сероводород. Такие места в отличие от глубинного сероводорода называют заморами. Их можно наблюдать

во время погружения в подводных аппаратах. В иллюминатор видна вода, подсвеченная сверху солнцем. Вокруг рыбы и водоросли, а ниже — полный мрак, сплошная грязь и муть. Как правило, высота заморов достигает 30—40 м. Затем идет слой «чистой» воды, а с глубины 200 м и до дна — слой глубинного сероводорода. Заморы пока встречаются лишь в мелководной северо-западной части моря. Образуются они летом, а зимой во время сильных штормов вода перемешивается, и заморы пропадают.

Какие экологические последствия может иметь дальнейший подъем сероводорода? Он не может дойти до поверхности моря, так как верхние слои воды насыщены кислородом, который постоянно окисляет нижние слои и таким образом до определенной глубины сдерживает подъем вредного газа. Аналогичные процессы происходят и в некоторых норвежских фьордах. А в Тихом океане у берегов Перу и в Атлантическом у берегов Намибии, когда течения сносят поверхностные слои воды, сероводород, случается, выходит даже в атмосферу. Суда, в особенности белого цвета, попавшие в места атмосферного окисления сероводорода, становятся черными.

Впервые это удивительное явление природы европейцы наблюдали в районе перуанского порта Кальяо. Отсюда и пошло выражение, известное всем морякам: «кальяоский художник». Но эти местные кратковременные выходы сероводорода из воды способны скорее позабавить, чем напугать. В крупных же масштабах это явление, естественно, опасно. Но в ближайшее время на Черном море такие события не предвидятся.

И все же Черное море серьезно «болеет». Причем его обитателям угрожает не столько сероводород, сколько загрязнение. Об этом свидетельствует следующий факт. В конце войны стадо черноморских дельфинов исчислялось двумя с половиной миллионами голов. В 1967 г., когда прекратилась добыча дельфинов, их насчитывалось чуть больше полумиллиона. А в последние три года аэрофотосъемки оценивают стадо всего в 60—100 тысяч голов. Причем встречается много мертвых, с пораженной кожей, рожденных с серьезными пороками и увечьями. В то же время очень быстро растет число спутниц загрязнения воды

— медуз. По приблизительным подсчетам их биомасса в море превышает четыреста миллионов тонн.

Сброс загрязненных сточных вод в Черное и Азовское моря не только не уменьшается, а растет. Это объясняется низкими темпами строительства водоохраных объектов, их неэффективной работой и аварийными сбросами. Так, в 1989 г. в Одесской области были введены в действие очистные сооружения мощностью 20 тыс. м³ в сутки, что составляет 92% планового задания, а в Ростовской области — 11 тыс. м³ в сутки, или 5%. До сих пор не начато строительство очистных сооружений городской канализации Запорожья и производственного объединения «Краситель» (город Рубежное). В результате аварии канализационного коллектора в Ростове в июне 1990 г. в Дон за сутки было сброшено 20 тыс. м³ неочищенных стоков. Крупные города и промышленные предприятия продолжают оставаться основными источниками загрязнения бассейнов Черного и Азовского морей.

Экологические проблемы в Одессе накапливались десятилетиями. Их решение, как правило, откладывалось «на потом». Возводились новые предприятия, расширялись действующие, а очистные сооружения не соответствовали вводимым мощностям или вообще не строились. Чтобы приостановить загрязнение, по самым скромным подсчетам надо закрыть десятки предприятий. Не поспевает за ростом новых жилых микрорайонов и развитие инженерных сетей. Участились случаи самовольного подключения предприятий, организаций и отдельных домовладельцев к водоканализационным сетям.

Губительное вмешательство человека в экологию Черного моря продолжается, а все проекты по оздоровлению прибрежных вод посредством реконструкции действующих и строительства новых канализационных сетей и ливнеспусков носят незавершенный характер и не решают проблему в комплексе. Построена станция биологической очистки стоков, однако эффективность ее работы оставляет желать лучшего. Сомнительной чистоты вода сбрасывается ею у самого берега, а ведь здесь расположен пляж. Еще один источник загрязнения — ливневая канализация — вообще не имеет очистных сооружений. Не ведется в Одессе также учет вышедших из строя канализационных

труб. Ряд объектов, призванных хоть как-то защитить море, лишь строится. Но и они полностью проблемы не решат. Ведь очистка ливневых стоков и прокладка для них коллекторов глубокого заложения предусмотрены в очень далекой перспективе.

Ежегодно в Новороссийске закрывают пляжи. Причина сложившейся ситуации — чрезмерное загрязнение моря. Самый большой урон чистоте воды наносит город. Здесь стали чуть ли не нормой аварийные канализационные сбросы, слабые очистные сооружения на ряде предприятий. У самой морской черты валяется мусор, битые бутылки. Ветхость, малая мощность очистных сооружений приводят к беде и в других курортных городах.

ОХРАНА МОРЕЙ И ОКЕАНОВ

В 1973 г. в Лондоне была принята Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов. Конвенция эта касалась не только нефти, но и других перевозимых вредных веществ, а также отходов (сточные воды, мусор), образующихся на судах в результате их эксплуатации. Согласно Конвенции, каждое судно обязано иметь сертификат — свидетельство о том, что корпус, механизмы и прочая оснастка соответствуют правилам предотвращения загрязнения моря. Соблюдение этой статьи проверяется во время специальных инспекций при заходе в порты. Нарушителям грозят ощутимые санкции. В частности, Конвенцией запрещается сброс нефти и мусора в акватории Мирового океана.

Учитывая печальные уроки недавнего прошлого, Конвенция устанавливает жесткие нормы содержания нефти в воде, сбрасываемой танкерами. Если же эти суда имеют вместимость более 70 тыс. т, то они должны располагать отдельными емкостями для приема чистого балласта — в такие отсеки нефть запрещается грузить вообще. Для всех особых районов (к ним отнесены, в частности, Балтийское, Средиземное и Черное моря) принят единый режим, а именно: полный запрет слива нефтесодержащих вод с танкеров и сухогрузных судов вместимостью свыше 400 т. Все сбросы с них должны выкачиваться только на береговые приемные устройства.

Все транспортные суда оснащаются сепарационными установками для очистки загрязненных вод, а танкеры — устройствами, позволяющими осуществлять их мойку без слива нефтеостатков в море. Суда старой постройки оснащаются этими устройствами при очередных ремонтах.

Танкеры плавают по морям около 100 лет, и почти все это время их мыли просто горячей водой, которую после промывки в огромных количествах сливали за борт вместе с отмытой нефтью, потому что быстро и эффективно разделить эту смесь не было возможности. Она появилась в 60-х годах в результате замены старой технологии мойки танкеров новой, осуществляемой по замкнутому циклу. Эта технология относится к числу безотходных, так как позволяет собирать и в дальнейшем утилизировать отмытую нефть. Интенсифицировать этот процесс удалось благодаря применению вместо горячей воды растворов моющих средств.

Препараты для мойки танкеров выполняют двойную задачу. Прежде всего, как и любое поверхностно-активное вещество, они намного ускоряют мойку: раствор, содержащий всего 0,1—0,2% препарата, очищает поверхность от нефти куда лучше горячей воды. Но это даже не самое важное. Изучение свойств нефтewодяных смесей позволило управлять ими. И состав препарата, и сам режим мойки подобраны так, что одновременное механическое и физико-химическое воздействие на нефть предотвращает образование обратной эмульсии (вода в нефти), высоковязкой и очень устойчивой. Вместо нее образуется прямая эмульсия (нефть в воде) с заданным, очень коротким, временем жизни. По прошествии этого времени нефть сама отделяется от раствора, который можно снова и снова использовать в замкнутом цикле, добавляя небольшое количество воды. При этом сберегается и значительное количество топлива на ее подогрев. Собранную же нефть можно утилизировать. Каждая тонна препарата позволяет получить сотни тонн регенерированной нефти.

В нефтеналивных портах Черноморского бассейна (Туапсе, Новороссийске, Батуми) построены и успешно эксплуатируются береговые сооружения для приема с танкеров и очистки загрязненных балластных

вод. Более 60 тыс. т балластных вод, сбрасываемых танкерами, очищают ежедневно от нефтяных примесей агрегаты специальной станции в Туапсинском порту. В Краснодаре, Сочи, Адлере, Хосте, Архипо-Осиповке действуют крупные комплексы по очистке сточных вод. В Новороссийском порту балластные воды проходят через фильтры специальной станции.

Для повышения ответственности капитанов судов, а также обеспечения контроля за выполнением мероприятий по предотвращению загрязнения моря нефтью на морских судах заведены специальные журналы, в которых фиксируют все грузовые операции с нефтью и нефтепродуктами, а также отмечают место и время сдачи или слива судами загрязненных нефтью сточных вод и нефтеостатков.

Сохранению чистоты вод морей и океанов помогут мероприятия по совершенствованию конструкции нефтеналивных судов. Супертанкеры типа «Крым», вмещающие 150 тыс. т груза, построены с двойным дном. При повреждении дна нефть не выливается, так как ее задерживает внутренняя оболочка.

Во время аварийных разливов нефти она нередко заливает берег: так было, например, после гибели в Клайпеде танкера «Глобе Асими», когда тысячи тонн мазута осели на знаменитых литовских пляжах до самой Паланги. Чтобы спасти пляжи, снова сделать их пригодными для отдыха, пришлось вывезти на свалку больше 0,5 млн т песка с мазутом. Но ведь и такой песок можно отмыть препаратами моющих средств.

Топливные цистерны сухогрузов отмываются при помощи плавающих зачистных станций. По своему устройству зачистная станция напоминает комбинацию из самовара и пылесоса. «Самоварная» часть — это мощная водогрейная установка с двумя котлами. Вода нагревается до 80—90° и подается насосами в танкеры, которые надо вымыть. Грязная вода вместе с отмытой нефтью откачивается обратно, на очистную станцию. Нефти в ней порядочно. Пройдя три каскада отстойников, вода становится почти совсем чистой, она снова подогревается и опять идет на мойку. Цикл здесь замкнутый. Для подогрева используют часть извлекаемой нефти, оставшуюся часть сдают на берег. Плавающие зачистные станции позволяют утили-

зовать значительную часть нефтепродуктов и предотвратить сброс нефти в море. 20 зачистных станций за год отмывают и утилизируют около 60000 т нефти, т. е. 160 т в сутки, что составляет дебит приличной нефтяной скважины.

Для очистки акватории моря от случайно попавшей нефти, в том числе и при аварийных ситуациях, порты и портовые пункты оборудуют специальными механизмами и оснащают судами или другими плавучими средствами, обеспечивающими сбор нефти и последующую утилизацию нефтяных остатков. В торговых и рыбных портах СНГ несут постоянную вахту около 200 нефтемусоросборщиков, обслуживая сотни квадратных километров акваторий и собирая за год примерно 20 тыс. т нефти и десятки тысяч кубометров мусора. В носовой части корпуса такого судна на уровне воды сделан вырез. Через него забортная вода поступает в ванну, которая занимает большую часть судна. Подвижная заслонка отсекает верхний, самый грязный, с нефтью и мусором, слой воды толщиной 3—4 см. В ванне мусор извлекают из воды, а нефти дают отстояться и насосом перекачивают в сборные емкости. Нефтемусоросборщик — достаточно производительное, маневренное судно, способное передвигаться между судами и у причалов, протискиваться под швартовами и собирать с 4-метровой (а в последней модификации с 8-метровой) полосы воды до 90% плавающей нефти и нефтепродуктов.

На Уфимском заводе резиновых технических изделий осуществляется серийный выпуск заграждения «Анаконда», предназначенного для предотвращения разлива нефтепродуктов при погрузке и разгрузке нефтеналивных судов и заправке их топливом. Заграждение состоит из 15 взаимозаменяемых секций длиной 5,6 м. В резиноканевую оболочку секций укладываются пенопластовые поплавки диаметром 30 см. Снизу, в кармане из прорезиненной ткани, подвешивается цепь, которая обеспечивает устойчивость заграждения на воде. Длина одного комплекта 84 м, но она может быть увеличена, так как секции легко соединяются между собой. «Анаконда» при помощи якорных буюв и оттяжек окольцовывает судно, находящееся под погрузкой или разгрузкой, и не дает нефтепродуктам, часть которых неизбежно теряется при

грузовых операциях, растекаться по поверхности воды. После окончания погрузочно-разгрузочных работ к судну подходит специальный нефтемусоросборщик и подбирает разлившиеся нефтепродукты. При волнении 2 балла и скорости ветра 6 м/с загрязнение удерживает слой нефти толщиной до 15 см.

Прибрежный охраняемый район моря определяется границами района фактического и перспективного морского водопользования населения и двух поясов зоны санитарной охраны. Организация района морского водопользования должна обеспечивать его эпидемическую безопасность и предупреждать ограничение водопользования вследствие загрязнения вредными химическими веществами. Границы этого района по береговой протяженности включают участки моря, используемые в культурно-бытовых и оздоровительно-лечебных целях и составляют не менее 2 км в сторону моря.

I пояс зоны санитарной охраны предназначается для предотвращения превышения установленных нормативных показателей микробного и химического загрязнения воды в пределах района фактического и перспективного водопользования от организационных выпусков сточных вод. Границы этого пояса по береговой протяженности и ширине в сторону моря должны быть не менее 10 км от района водопользования.

II пояс зоны санитарной охраны предназначается для предотвращения загрязнения воды района водопользования и I пояса зоны санитарной охраны со стороны моря от морских судов и промышленных объектов по добыче полезных ископаемых. Границы этого пояса в сторону моря определяются границами территориальных вод для внутренних и внешних морей в соответствии с требованиями международных конвенций.

При исследованиях, разведке и разработке естественных богатств континентального шельфа предусматриваются необходимые охранные мероприятия по предотвращению ограничения условий морского водопользования вследствие загрязнения шельфа и водной среды над ним промышленными и бытовыми сбросами сточных вод, радиоактивными веществами и другими отходами производства, которые в каждом конкретном случае подлежат согласованию с органами санитарно-

эпидемиологической службы в части, касающейся санитарной охраны прибрежных вод морей (районов водопользования).

Контроль за уровнем загрязнения. При организации мониторинга (наблюдений) загрязнения морских водоемов необходимы:

- контроль за уровнем загрязнения вод, а также донных отложений по физическим, химическим и гидробиологическим показателям, особенно в курортно-оздоровительных и рыбохозяйственных зонах, а также на участках морей, подвергающихся интенсивному загрязнению (устьевые зоны, морские нефтепромыслы, порты и т. д.);

- изучение баланса загрязняющих веществ в морях и на отдельных участках с учетом процессов, протекающих на границе раздела атмосфера — вода, а также разложения и трансформации загрязняющих веществ и накопления их в донных отложениях;

- исследование закономерностей пространственных и временных изменений концентраций загрязняющих веществ, установление связи этих изменений с естественными циркуляционными процессами, с гидрометеорологическим режимом и особенностями хозяйственной деятельности.

Комплексность мониторинга требует определения ряда гидрометеорологических параметров, таких, например, как температура воды, скорость и направление ветра и течения, количество осадков, атмосферное давление, влажность воздуха и др.

Система мониторинга основывается на создании сети локальных пунктов наблюдений (морских станций), расположение которых позволяет определять поля загрязнения. Размещение станций опирается на знание гидрохимического и гидрометеорологического режимов и рельефа дна в данном районе. Важной особенностью морской станции мониторинга является проведение синхронных наблюдений на всех стандартных океанографических горизонтах (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50 м и т. д.), включая придонный слой воды, а также слой «скачка свойств» (плотности, солености, насыщенности кислородом и т. д.).

При организации мониторинга загрязнения морских вод необходимо учитывать материалы и рекомендации Лондонских международных конвенций 1972 и 1973 гг.,

а также Хельсинкской конвенции по предотвращению загрязнения вод Балтийского моря.

Морские станции наблюдений за уровнем загрязнения в зависимости от народнохозяйственной значимости водного объекта и степени его загрязненности подразделяют на три категории.

Станции I категории (единичные контрольные станции) предназначены для оперативного выявления высоких уровней загрязнения в наиболее загрязненных зонах вблизи источников сброса. Их используют в устьях рек, в зонах влияния сброса сточных вод с сельскохозяйственных угодий, нефтеналивных баз, в местах действующих морских нефтепромыслов, в районах, имеющих важное рыбохозяйственное или культурно-оздоровительное значение. Они обеспечивают контроль за содержанием загрязняющих веществ и визуальный контроль за состоянием загрязненности поверхности моря.

Существуют две программы наблюдений — сокращенная и полная. По сокращенной программе наблюдения проводят один раз в декаду. Программой предусмотрены наблюдения за содержанием растворенного кислорода, нефтепродуктов и одного-двух загрязняющих веществ, специфичных для данного района.

По полной программе наблюдения проводят в середине каждого месяца и в этой декаде совмещают их с наблюдениями по сокращенной программе. Полной программой предусмотрены наблюдения по следующим показателям: загрязняющие вещества — нефтепродукты, хлорорганические пестициды, тяжелые металлы (ртуть, свинец), фенолы, детергенты, а также загрязняющие вещества, специфичные для данного района; показатели среды — растворенный кислород, сероводород, концентрация водородных ионов, биохимическое потребление кислорода за пять суток, нитритный азот, нитратный азот, аммонийный азот, общий азот, фосфор фосфатный, общий фосфор, кремний; элементы гидрометеорологического режима —, соленость воды, температура воды и воздуха, скорость и направление течений и ветра, прозрачность и цветность воды.

На станциях I категории, расположенных непосредственно у берега, наблюдения проводят только по сокращенной программе, а на станциях, расположен-

ных в открытой части водоема,— в период ледовой обстановки один раз в сезон по полной программе.

Станции II категории служат для определения уровней загрязнения и тенденции их изменчивости в наиболее загрязненных районах (районы городов и портов, прибрежные воды морей и устьев рек, бухты, заливы, а также районы расположения промышленных комплексов, мест добычи полезных ископаемых, стоков с сельскохозяйственных угодий, интенсивного судоходства) и районах, имеющих культурно-оздоровительное и рыбохозяйственное значение. Они обеспечивают ежемесячный контроль за уровнем загрязнения морских вод. Наблюдения проводятся по полной программе, изложенной выше. В период ледовой обстановки наблюдения проводятся один раз в сезон.

Станции III категории (сеть станций в относительно чистых водах) организуют для прослеживания фоновых уровней загрязнения. На этих станциях наблюдения выполняются с периодичностью один раз в сезон по полной программе.

Для получения правильных результатов важное значение при наблюдениях имеет выбор горизонтов отбора проб. При глубинах до 3 м пробы отбирают с одного горизонта (0 м), до 10 м — с двух горизонтов (0 м и придонный), до 25 м — с трех горизонтов (0 м, 10 м и придонный), до 100 м — с четырех горизонтов (0, 10, 50 м и придонный) и до 500 м — с пяти горизонтов (0, 10, 50, 100 м и придонный).

При наличии выраженного слоя загрязнения, характерного для данного района, в этом слое исследуется дополнительный горизонт. Если имеется ярко выраженный слой температурного скачка, также проводится дополнительный горизонт на 0,5 м выше слоя скачка.

В случаях, когда наблюдения ведутся на замыкающем гидростворе устьев рек при глубинах до 5 м, пробы воды отбирают с двух горизонтов (0 м и придонный), при глубинах более 5 м — с трех горизонтов. Если поток вод на замыкающем гидростворе однороден по гидрохимическим характеристикам, пробы воды отбирают с промежуточного горизонта, равного половине общей глубины. При наличии ярко выраженного слоя температурного скачка пробы берут над слоем скачка.

В настоящее время контроль загрязнения охватывает все внутренние и омывающие моря. Система мониторинга включает 60—70 станций I категории, 570—600 станций II категории и 1000—1100 станций III категории.

Национальным исследовательским советом Канады совместно со службой защиты окружающей среды, фирмой «Эссо рисорсиз» и службой разведки минеральных ресурсов США разрабатывается лазерная аппаратура для обнаружения пятен нефти и других маслянистых продуктов на водной поверхности. Создатели этой аппаратуры уверены, что она исключит обнаружение ложных, сходных с нефтью образований на поверхности, представляющих собой гладкие участки среди поднимаемой ветром ряби, а также поля плывущих хвойных иголок, водоросли, сперму китов или сельди и т. д. Это позволит точно определять размеры и толщину пятен.

Глава 9. ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА

Среди природных ресурсов особое место занимают биологические ресурсы. При разумной эксплуатации сырьевые ресурсы живой природы неисчерпаемы и могут давать продукцию бесконечно. Например, за 75 лет эксплуатации (1875—1950 гг.) золотых приисков Аляски получено золота на сумму 1 млрд долларов и кладовые их иссякли, а камчатских лососей за этот же период добыто на сумму 7,5 млрд долларов и продолжается добыча.

Растительный и животный мир взаимосвязаны. Любое изменение в состоянии того или иного объекта живой природы неизбежно приводит к изменению другого. Так, исчезновение только одного вида растений влечет за собой гибель от 10 до 30 видов насекомых. Многообразие видов и форм животного и растительного мира должно быть сохранено по возможности в максимальной степени по причинам философско-этическим, эстетическим, экологическим и научно-экономическим.

Проблема охраны и рационального использования биологических ресурсов имеет множество аспектов. Одной из актуальнейших задач, выдвинутых еще

Н. И. Вавиловым, является сохранение генофонда природы. Причем сохранение не только всего разнообразия видов (в том числе и редких), но и генетического разнообразия каждого вида растений или животных.

Установлено, что существованию видов, численность которых снизилась до предельно возможного минимального уровня, угрожает не только хозяйственная деятельность человека или катастрофические изменения внешней среды, но и потеря внутренней способности приспосабливаться к новым или экстремальным условиям. При утрате генетической изменчивости особенно возрастает риск вымирания редких видов растений и животных. Обеднение генетического разнообразия происходит и при утрате географических форм (подвидов) или даже отдельных локальных (местных) популяций.

Природные популяции (растений, животных) испытывают сильное антропогенное давление. По данным ЮНЕСКО, за последние 100 лет деятельность людей поставила под угрозу исчезновения 25 тыс. видов высших растений, более 1 тыс. видов позвоночных животных, а на грань вымирания — более 100 пород домашних животных. Как и при использовании естественных природных ресурсов, генетико-популяционные проблемы возникают и в хозяйстве: они связаны с широким распространением монокультур и животноводческих комплексов.

Человек еще недостаточно хорошо представляет себе, к каким последствиям может привести его хозяйственная деятельность, нарушающая устойчивость экосистем. Он еще недостаточно хорошо умеет рассчитывать экономические показатели природопользования, исходя из его различных вариантов и с учетом не только сиюминутной выгоды, но и биосферной роли эксплуатируемых и теряемых попутно биологических ресурсов.

ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ

Растительный мир — единственный компонент биосферы, способный создавать органическое вещество, т. е. фактически главнейший источник, который обеспечивает жизнь всех живых существ, населяющих

Землю, в том числе человека. От состояния растительного мира зависит экологическое равновесие в биосфере, благополучие животного мира, производительность многих отраслей народного хозяйства, физическое и нравственное здоровье людей. Потребность только в сырье дикорастущих лекарственных растений составляет 22,7 тыс. т, а к 2000 г. достигнет 25 тыс. т в год.

Лесной фонд стран Содружества (СНГ) составляет примерно 55% их территории, или 1230 млн гектаров с общим запасом древесины 89 млрд м³. Общая площадь, занимаемая лесом в Узбекистане, 2,5 млн гектаров. В условиях Узбекистана, где в летнее время почти не выпадает осадков, лесонасаждения и отдельные деревья имеют большое значение, так как обладают исключительно важным пылезадерживающим свойством. Они уменьшают запыленность воздуха в течение вегетационного периода на 42%. Молодые тополевые насаждения, в которых на гектар приходится 400 деревьев, способны в течение вегетационного периода улавливать до 340 кг пыли. Поэтому в народе испокон веков воспитывается бережное отношение к зеленым насаждениям. В последнее время площади под садами, молодыми лесами, ореховыми рощами в горах увеличиваются.

Лесной покров является главной производительной силой Земли, энергетической базой ее живой оболочки — биосферы, связующим звеном всех компонентов и важнейшим фактором ее устойчивости. Около 90% всей фитомассы суши сконцентрировано в лесах. Да и функции воспроизводства жизни они выполняют лучше других типов растительности. Суммарная листовая поверхность лесов мира почти в 4 раза превышает поверхность всей нашей планеты. С этим связаны и высокие параметры поглощения солнечной радиации и углекислоты, выделения кислорода, транспирации и других процессов, влияющих на формирование природной среды.

Все компоненты леса связаны между собой и с окружающей средой. На рис. 9 представлена схема, показывающая, что лесной фитоценоз находится под воздействием внешней среды и сам оказывает влияние на нее. Так, солнечную энергию — основной источник энергии в растительных сообществах — в лесу погло-

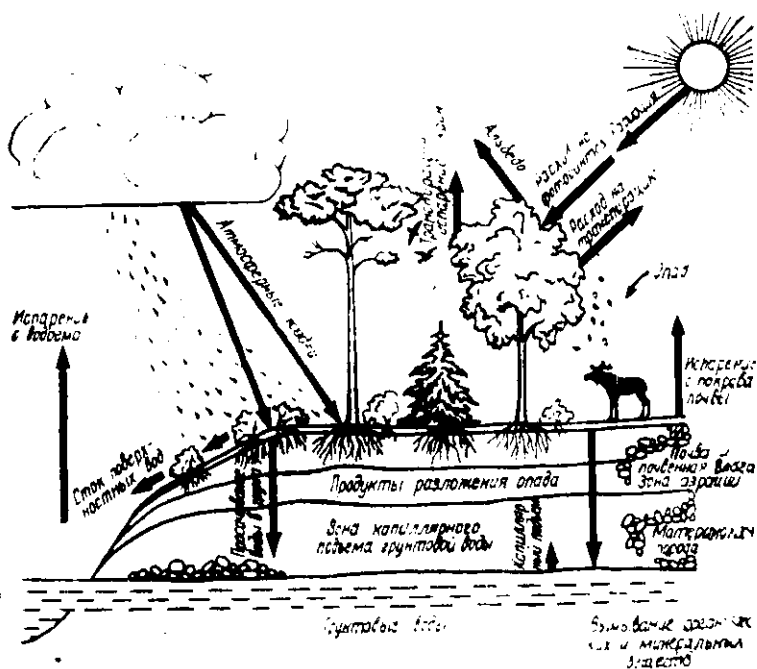


Рис. 9. Схема взаимного влияния лесного фитоценоза и условий среды (по А. А. Молчанову и Н. В. Дылысу).

щают в основном кроны деревьев в процессе фотосинтеза и тем самым накапливают органическое вещество. Определенное количество энергии отражается от поверхности крон, почвы на прогалинах и уходит в атмосферу, незначительная часть расходуется на транспирацию.

Лесу принадлежит решающая роль в регулировании кислородного баланса в атмосфере и, следовательно, необходимых условий жизни на Земле. Он обладает огромными санитарно-гигиеническими и целебными свойствами. Неоценимо и эстетическое значение леса. Лес участвует в регулировании кругооборота влаги, поддержании равновесия химического состава атмосферы и особенно в балансе трех веществ: кислорода, углерода и азота. Лесные насаждения поглощают из воздуха углекислый газ — продукт жизнедеятельности животных и человека и обогащают его кислородом.

Подсчитано, что на 1 га леса в год поглощается 5—10 т углекислого газа (диоксида углерода) и выделяется 10—20 т кислорода. За 1 ч этот участок леса поглощает весь углекислый газ, который выделяют при дыхании 200 человек, т. е. 8 кг.

Кроме того, каждая тонна сухого органического вещества, образованного в лесу,— это 1,83 т связанного углекислого газа и 1,32 т высвободившегося кислорода. Ежегодно в древесину переходит около 15 млрд т углерода в форме его двуокиси. Леса, если их хищнически не уничтожать, а увеличивать насаждения, могут поглотить весь излишек углекислого газа в атмосфере и тем самым предотвратить потепление климата Земли (экологическую катастрофу). При этом атмосфера обогатится кислородом, часть которого превратится в озон, способный защитить поверхность Земли от губительных космических излучений.

Участие лесов в природном балансе азота также очень велико. Листва, хвоя, куски коры и сучья, попадая в почву, с помощью бактерий постепенно превращаются в органические удобрения.

В процессе фотосинтеза многие древесные, кустарниковые и травянистые растения выделяют особые химически активные соединения. Учеными определено 300 различных наименований химических веществ, содержащихся в воздухе природных лесов, различных ароматических соединений, эфирных масел и др. На 1 га лиственного леса выделяется 2 кг, хвойного — 5 кг веществ. Леса способны преобразовывать химические атмосферные загрязнения, особенно газообразные. Причем наибольшей окисляющей способностью обладают хвойные насаждения, а также некоторые сорта липы, вербы, березы. Кроме того, они способны поглощать отдельные компоненты промышленных загрязнений. Некоторые растения служат индикаторами загрязненности атмосферы.

Леса делают более умеренными как сильные морозы, ветер, так и летнюю жару. Лес, особенно хвойный, выделяет фитонциды, которые убивают многих болезнетворных микробов, оздоравливают воздух. Известны целебные свойства лесного микроклимата. Каждый, наверное, замечал, что в лесу легко дышится, а тишина или шелест крон деревьев действуют успокаивающе. И действительно, лес положительно воздейству-

ет на психику, нервно-гуморальную систему. Воздух леса чист и свеж, наполнен ароматом. Более 60 процентов кислорода выделяется зеленою листвою. Причем этот кислород качественно отличается от кислорода, вырабатываемого любыми другими источниками, скажем, планктоном. В нем высокая ионизация, что особенно заметно в сосняках. Листва крон обладает пылезащитной способностью, задерживает вредные механические примеси, значительно снижает шум, не пропускает высокочастотные, наиболее вредные для человека звуки. В воздухе леса отсутствуют патогенные микробы.

Радиационный фон в лесу в два и более раз ниже по сравнению с городом, значительно ниже и температура воздуха; зато влажность на 15—30% выше. Такой воздух наиболее оптимален для дыхания. Лечебный эффект леса подчас не заменить никакими иными средствами.

Лесу принадлежит решающая роль в поддержании гидрологического режима рек, в предупреждении дефляции и эрозии почв, а также в борьбе с засухами и суховеями. Для защиты почв от дефляции и эрозии, суховеев и повышения урожайности сельскохозяйственных культур проводятся работы по защитному лесоразведению — облесению берегов рек, каналов, водохранилищ. Лесные полосы защищают водные источники от испарения и загрязнения сточными водами с полей, являясь естественными фильтрами.

Леса и кустарники издавна используются для закрепления песков. Однако вырастить дерево в сухой полупустыне непросто. Еще в 50-60-е годы в песках приживалось не более десятой части саженцев. Они гибли от горячих ветров, безводья, болезней и вредителей. Позже, когда к решению этих проблем были привлечены ученые, определилась возможность комплексного использования пустующих земель.

Было выяснено, что некоторые пески пригодны для выращивания не только неприхотливых лесных пород, но и под защитой леса — разнообразных зерновых, кормовых культур, плодовых деревьев, виноградников, а также для создания продуктивных пастбищ. Во всех случаях сельскохозяйственному освоению песчаных пустынь непременно должно предшествовать лесоразведение в виде лесных полос, куртин или массивов.

Предложенная учеными технология выращивания леса позволяет уберечь посадки от засыпания песком и создает условия для обеспечения их влагой на длительный период. Два выполнения лесопосадочных работ учеными в содружестве с инженерами были созданы новые машины и орудия. Базой для широкомасштабного развития лесомелиорации служат выполненные учеными классификация и картирование песчаных массивов в безводных районах страны, разработка теории их комплексного освоения. Созданная методика выращивания лесов раскрывает широкие возможности для рационального природопользования, повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

Леса в среднеазиатских пустынях состоят в основном из черного и белого саксаула — этого ценного стража пустыни. Его сеют здесь не только для закрепления песков и получения древесины. Густые молодые всходы саксаула и мелкие ветки взрослых растений служат отличным кормом для верблюдов и овец.

Обычными для лесов пустынь являются заросли верблюжьей колючки. Это растение, уготовленное природой только на корм неприхотливым верблюдам, с окончанием лета обильно выделяет сладкую жидкость, и в удачную осень с иного куста можно собрать до пяти килограммов такой сахарной манны. Колючка содержит комплекс биологически активных веществ. Ее настой утоляет жажду, снимает усталость, устраняет пищевые отравления. Более того, обладает «кровоочистительным»; противовоспалительным действием, заживляет раны.

Громадные массивы вновь освоенных земель засевают семенами кандыма, черкеза, саксаула, хвойных деревьев, орешника. Большую помощь лесоводам в подборе устойчивых в экстремальных условиях песчаных пустынь пород деревьев оказывают ученые. Ими рекомендовано для создания лесополос использовать наиболее активные в росте эльдарскую сосну, вяз, лох восточный и абрикос-дичок. Создание таких лесополос в районах каракумских песков позволяет не только смягчить микроклимат, но и повысить урожай хлопчатника, зерновых и кормовых культур.

Большая работа ведется по полезащитному лесоразведению, террасированию горных склонов, облесе-

нию песков, строительству противоэрозионных, гидротехнических и противоселевых сооружений. При создании полезащитных лесополос практика подсказала целесообразность перехода от четырех-пятирядной посадки на двухрядную, которая обеспечивает защиту от ветровой эрозии и позволяет рационально использовать орошаемые земли.

На юге Узбекистана и Туркмении, в сухих субтропиках, специализированные отряды лесоводов производят закладку искусственных фисташковых и миндалевых рощ. Благоустраиваются и озеленяются также промышленные зоны.

Вырастить зеленые насаждения в суровых условиях Прикаспия — дело непростое. Поэтому закладку лесов рекомендуется производить саженцами, а не семенами. В этом случае растения лучше приживаются. В долине Амударьи только на территории Туркменистана намечено занять лесами более тридцати тысяч гектаров земель. Сосна — коренная жительница Севера — прижилась в жарких Каракумах. Это результат работы ученых института пустынь Академии наук Туркменистана. Здесь отлично зарекомендовали себя и другие породы деревьев, встречающиеся обычно в оазисах.

Рекреационное использование леса. В последнее время большое внимание уделяется рекреационной роли леса. Слово «рекреация» в переводе означает отдых или восстановление сил человека. Многие лесные массивы, в первую очередь пригородные леса, стали местами массового отдыха. Рекреационное лесопользование имеет огромное значение для повышения ресурсного потенциала нашего общества: отдых на природе, снятие рабочего напряжения, оздоравливающие физические нагрузки положительно сказываются на работоспособности человека, производительности его труда. Общеизвестно, что для большинства людей лучшим условием отдыха является общение с «зеленым другом». Вот почему на территории государственных лесов организуются санатории, дома отдыха, кемпинги. Особенно много отдыхающих бывает в лесу в субботние и воскресные дни. Для их отдыха создаются специальные зеленые зоны, лесопарки.

Однако массовый загородный отдых наносит огромный экологический ущерб окружающей природе.

В сферу рекреации попадают все новые лесные территории; рекреационные нагрузки растут, вызывая ухудшение качественного состояния леса, а в некоторых случаях — и его полную деградацию. Снижаются санитарно-гигиенические, водоохранные и почвозащитные функции пригородных лесов, теряется их эстетическая ценность. Совершенно очевидно, что для лесов, более или менее активно используемых для отдыха, нужны определенные режимы ведения хозяйства, специфические формы организации территории и регулярный контроль за их состоянием. Сильно увеличиваются общие «нагрузки» на лес. Именно поэтому сейчас устанавливаются предельно допустимые нагрузки и проводится ряд мер по упорядочению пребывания там отдыхающих.

Зачастую ущерб лесам наносят туристы. В ряде мест, даже в заповедниках, можно встретить вытоптанные поляны, где уже не растут ни ягоды, ни грибы, ни цветы, а также обломанные деревья и кустарники, кучи мусора и черные пятна кострищ. Механическое воздействие, оказываемое при прохождении отдыхающими по лесу, вызывает уплотнение почвы на поверхности и повреждение ломких лесных трав. Так, достаточно несколько раз наступить на раннецветущее растение в широколиственном лесу (ветреницу, медуницу, гусиный лук и др.), и оно уже не сможет подняться. Не меньший вред наносится лесу и автомашинами, водители которых в неустановленных местах часто съезжают в него. Костер на 5—7 лет полностью выводит из строя клочок земли, на котором он был разложен. Шум отпугивает различных птиц и млекопитающих, мешает им нормально растить свое потомство. Обламывание ветвей, зарубки на стволах и другие механические повреждения деревьев способствуют заражению их насекомыми-вредителями.

Хозяйственная деятельность человека и лес. Леса содержат 82% фитомассы Земли. С появлением человека на Земле эволюция биосферы вступила в новую фазу развития, связанную с обезлесением ландшафтов, в результате которого постепенно уничтожается живое вещество и обедняется биосфера в целом. В настоящее время происходит то, против чего предостерегал В. И. Вернадский: в разных частях земного ша-

ра наблюдается интенсивная деградация природных ландшафтов. Идет процесс обезлесения.

На территории СНГ находится почти четверть мировых запасов леса. Но состояние их весьма плачевное. Почти на нет сведены хвойные леса. Ценнейшие породы деревьев замещаются низкопродуктивным лиственным древостоем. При современных темпах лесозаготовок оставшиеся леса могут быть сведены за 50—60 лет. Восстановление же их в этих районах происходит лишь за 100—120 лет. Эти «ножницы» характеризуют людей как плохих хозяев. Давно пора расстаться с мифом и о безбрежной тайге — здесь следы хозяйничанья человека огорчают еще больше. Не соизмеряя плановые задания с возможностями леса, люди по сути забывают о своих детях и внуках.

Хозяйственная деятельность человека приводит к тому, что в атмосферу выбрасываются различные твердые, жидкие и газообразные вещества (пыль, дым, газы), ядовитые как для человека, так и для растений, в том числе и древесных. Для растений этот фактор особенно опасен тем, что появился он сравнительно недавно, и они не успели выработать против него защитные приспособления.

Из всех растений особенно чувствительными на малейшее загрязнение воздуха оказались лишайники. Даже совершенно ничтожная примесь в воздухе ядовитых веществ, не заметная для других растений, оказывается для них губительной. Поэтому лишайники можно назвать индикаторами чистоты воздуха. Особенно опасен для древесных растений сернистый газ.

Выбросы промышленности и автотранспорта оказывают вредное влияние на сельскохозяйственное производство. Как показали исследования, в придорожной полосе крупных автомагистралей резко снижается урожайность сельскохозяйственных культур (до 25%), ухудшается их качество. Это в свою очередь приводит к серьезным заболеваниям сельскохозяйственных животных. В зоне промышленных предприятий урожайность сельскохозяйственных культур также уменьшается на 15—30%.

Состояние лесов в мире нельзя признать благополучным. Леса интенсивно вырубаются и не всегда восстанавливаются. Ежегодный объем вырубок составляет более 3 млрд м³ и к 2000 году, по прогнозам ФАО, он возрастет в 1,5 раза. Особенно тревожит ми-

ровую общественность проблема лесов тропической и субтропической зон, где вырубается более половины мирового объема годичной лесосеки. Уже деградировало 160 млн га тропических лесов, а из вырубаемых ежегодно 11 млн га восстанавливается плантациями 1/10 часть.

Тропические леса, покрывающие 7% земной поверхности в районах, близких к экватору, нередко называют легкими нашей планеты. Их роль в обогащении атмосферы кислородом и в поглощении углекислого газа и особенно в регулировании климата Земли исключительно велика. Тропические леса населяют огромное множество живых существ планеты — 3—5 млн видов живых организмов. Здесь обитает 80% насекомых, произрастает 2/3 известных видов растений. Эти леса поставляют 1/4 запасов кислорода. По данным ФАО, тропические леса сводятся со скоростью 100 тыс. км² в год под предлогом высвобождения места под пастбища, плантации, строительство и т. д. За последние 100 лет уничтожена половина тропических лесов Земли. 33% площади тропических лесов находится в Бразилии, по 10% — в Заире и Индонезии.

Уникальны тропические леса Амазонии (7 млн км²), которые располагаются на территории 8 государств: Боливии, Бразилии, Венесуэлы, Колумбии, Перу, Эквадора, Гайаны и Суринама.

Амазония — гигантская природная система, часть единой планетарной системы, неповторимый уголок нашей Земли. На ее территории находится самая большая в мире низменность (свыше 5 млн км²), самая многоводная река, самый большой массив тропического леса, самая богатая и самая древняя растительность, которая сохранилась в почти нетронутом виде. Амазония играет важную роль в жизни планеты и человечества. Как никакая иная территория на Земле, за последние десятки миллионов лет она не претерпела почти никаких изменений. Где-то наступали и отступали ледники, леса сменялись степями и тундрами, моря затапливали берега или высыхали, появлялись или исчезали пустыни, а в амазонском экваториальном лесу было все так же жарко и влажно, как сейчас. Его флора чрезвычайно богата: насчитывает до 4000 видов деревьев. Во всей Европе их около 200. Только малая часть амазонских растений исследована. Мно-

гие из них могли бы стать основой для создания новых лекарств и выращивания новых видов сельскохозяйственных растений. Но беспощадный топор и огонь, кажется, грозят лишить нас многих неведомых до сих пор генетических богатств. Кто знает, может быть, именно эти потери окажутся в конечном итоге самыми невосполнимыми.

Леса Амазонии оказывают огромное влияние на регулирование климата планеты и поддержание экологического баланса. Если нормальная работа этого сложного природного механизма нарушится, это приведет к серьезным последствиям. По расчетам ученых, уничтожение лесов Амазонии в результате вырубки и пожаров может вызвать сокращение осадков, а самое главное — усиление парникового эффекта и в конечном счете привести к опасным климатическим изменениям на планете.

Космонавты свидетельствуют: лес в Амазонии на огромных площадях затянут сизой дымкой. Его жгут, чтобы высвободить еще один участок земли под плантацию. На уничтожение обречено не менее 80 тыс. км² лесных массивов, что по площади равно Швейцарии. Среднее число мелких пожаров достигает в отдельные месяцы 8 тыс. В конце концов в определенный момент весь лес в Южной Америке может вспыхнуть одним гигантским костром из-за многочисленных поджогов. Дым застилает небо над Амазонией. Иногда даже нарушается график полета пассажирских самолетов в этом обширном районе. Это похоже на самоубийство.

Почва под пышным многоярусным тропическим лесом только кажется неистощимой. Но это не так. Лишь 8% питательных веществ, обеспечивающих ее плодородие, находятся в земле, остальные 92% — извлекаются растениями (деревьями, кустарниками и травами) для своего роста и развития. Уничтожая их, уничтожают и полезные вещества. Поэтому на расчищенных от леса участках почва истощается очень быстро. И крестьянину приходится бросать оскудевший участок и выжигать новый. А что остается после него? Хорошо, если кусты, а то ведь пустыня. Только благодаря специальным агролесным системам, комбинирующим сельскохозяйственные культуры с полезными деревья-

ми, можно добиться их экологической устойчивости в этой зоне.

Нигде в мире не вырубают столько деревьев, сколько в Амазонии. Если на всем земном шаре спиливается 110 тыс. км² леса в год, то 20% из них приходится на Бразилию. Но Амазония — это ведь еще и нефть, и золото, и алмазы, и бокситы, и железная руда. В штате Пара есть район Каражас, где расположено крупнейшее в мире месторождение железной руды. Но, к сожалению, ее добыча тоже сопровождается уничтожением природы: для работы доменных печей используют древесный уголь. Когда весь металлургический комплекс в штате войдет в строй, он будет сжигать 2300 км² леса в год. Надолго ли хватит деревьев? В доменных печах может сгореть уникальная амазонская сельва.

Бразильские ученые и защитники природы давно бьют тревогу. Право решать судьбу тропических лесов целиком принадлежит странам, территории которых расположены в бассейне реки Амазонки.

В 1989 г. 8 южноамериканских государств — членов Амазонского пакта приняли «Амазонскую декларацию». Она призывает к защите экологического и культурного достояния амазонских регионов, рациональному подходу к задачам их социально-экономического развития.

Неблагополучно положение с лесами и на Европейском континенте. На первый план здесь выдвигаются проблемы загрязнения атмосферы промышленными выбросами, уже начинающими носить континентальный характер, которыми поражены леса Австрии, Чехо-Словакии, Польши, Германии. Наряду с чувствительными к загрязнению елью, сосной, пихтой стали повреждаться такие относительно устойчивые породы, как бук и дуб. Леса скандинавских стран сильно пострадали от кислотных дождей, образующихся при растворении двуокиси серы, выбрасываемой в атмосферу соседними европейскими странами. Аналогичные явления отмечены в канадских лесах. В кленовых лесах от этих загрязнений гибнет до 70—80% деревьев. Случаи гибели лесов вокруг промышленных объектов отмечались в последнее время и в России — на Кольском полуострове, в районе Братска.

Растительный мир нашей планеты дает массу про-

дуктов питания человеку и животным. Отсюда чрезвычайная важность сохранения его и защиты от грозящих утрат.

ОХРАНА ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ

Лес — не только сырьевой ресурс, но и важнейший компонент биосферы, который сохраняет в чистоте почву, воду, воздух, животный мир и регулирует все природные балансы. Поэтому рассматривать лес только как кубические метры деловой древесины недопустимо. Следует принимать неотложные меры, чтобы в корне изменить свое отношение к природным ресурсам.

Только за последние 20 лет в хвойных лесах Европейско-Уральской зоны превышение допустимых вырубок составило около 700 млн м³, что соответствует объему заготовки леса для этого региона на 5 лет. Повсеместное распространение получила практика временных леспромхозов, которые за 20—30 лет вырубали все вокруг, потом бросали обустроенные поселки и «осваивали» новые территории. Кроме того, на каждом гектаре рубки оставалось 30—50 м³ брошенной древесины, а за год — около 60 млн м³. Это значительно больше, чем вырубали в год такие лесные страны, как Швеция и Финляндия. При заготовке леса также наносился большой вред природной среде — сокращались запасы кислорода, чистой воды, грибов, ягод, покидали свои привычные места обитания животные. В последние десятилетия в этой зоне по существу перестали выполняться многие азы лесного хозяйства ответственными за это ведомствами. Нередко на 20—30% занижалось количество древесины на отведенных для рубки участках. Это просто пример вопиющей бесхозяйственности, благодатная почва для различных махинаций. В рамках правового государства важным становится налаживание неистощительного лесопользования, которое давало бы возможность длительное время пользоваться ресурсами, забирая только то, что можно по научно обоснованным нормам. При этом основой экономики лесного хозяйства должна стать стоимость леса, которая должна приблизиться к мировым ценам. В бывшем СССР плата за лес на корню была недопустимо низкая (например, в Канаде она выше в 7 раз, в Фин-

ляндии — в 8—12 раз, в США — в 5—7 раз, в Болгарии — в 7—10 раз). С. 1930 по 1949 годы она вообще не взималась, а в последующие годы была символической. Расходы лесного хозяйства финансировало государство, закрепив тем самым отсутствие ощутимой экономической связи между лесовладельцами и потребителями древесины, а по сути дела между лесным доходом и расходами на лесовыращивание как в рамках каждого предприятия, так и отрасли в целом. Все это предопределило отношение общества к лесу и древесине как к бесплатным и ничейным «дарам» природы. Следствием этого оказались беспрецедентные перерубы расчетных лесосек в наиболее ценных массивах, колоссальные потери древесины на всех этапах ее добычи и переработки, широкое (почти повсеместное) развитие экологически вредных способов и технологий лесозаготовок, не только уничтожающих подрост, но и предопределяющих снижение продуктивности будущих лесов. Кроме того, еще значительны отходы производства, и с каждого кубического метра древесины, пущенного в переработку, в странах СНГ получают продукции в денежном выражении в 2—3 раза меньше, чем в других промышленно развитых странах. В Российской Федерации, например, срубленное дерево используется не более чем на 60%, а остальное идет в отходы.

Вывести экономику леса, экологические проблемы из тупика без научного ведения лесопользования невозможно. К лесу нужно подходить в первую очередь с экологических позиций и лишь во вторую — с потребительских.

Необходимо усилить и контролирующие функции, применяя современные аэрокосмические методы, вневедомственный контроль, авторский надзор за выполнением требований лесоустройства, улучшения борьбы с пожарами и насекомыми-вредителями.

Контроль за всей деятельностью в лесах осуществляет Государственная лесная инспекция.

Можно сохранить немало леса, если грамотно вести лесное хозяйство, полностью использовать заготавливаемую древесину и бережно относиться к ценным породам. В мире очень жестко пересматривают структуру потребления древесины, предлагают ее заменители для производства бумаги.

«Ничего не трогать в природе!» — это примитивный уровень экологического мышления, а более высокий — рациональное природопользование, которое учитывает мощный процесс самовосстановления леса и позволяет получить многоплановый — хозяйственный, социальный и самое главное — экологический эффект без нарушения природной экосистемы.

Один из центральных вопросов лесной политики — право человека хозяйствовать в лесу. Человечество находится у истоков рождения экологического права — как международного, так и отдельных стран. Оно призвано ограничивать произвол хозяйственной конъюнктуры в долговременных интересах нации и человечества в целом.

В условиях рыночной экономики лесное хозяйство и сами леса могут сохраниться и даже измениться к лучшему при реализации следующих основных условий:

1. Лесовыращиванию (лесному хозяйству) должно быть возвращено право иметь свой свободно реализуемый на внутреннем и внешнем рынках товар — в основном это выращенные и отведенные в рубку древостои (в размере расчетной лесосеки), различные платные услуги, в т. ч. по выращиванию лесов — среды обитания людей, организации спортивной, промысловой охоты, туризма, иных видов рекреации и природопользования.

2. Лесовыращивание должно стать доходным и самокупаемым. Получаемый лесной доход должен оставаться (за вычетом налогов) в распоряжении самого лесного хозяйства. Дотации лесному хозяйству из государственного бюджета могут иметь место в исключительных случаях, например, при проведении лесовосстановительных или лесозащитных работ в районах экологических и техногенных бедствий.

3. Несовместимые по целям и срокам производственных циклов лесовыращивание и лесозаготовки должны быть административно и организационно разъединены. Рубить лес имеет право любая государственная, кооперативная или частная фирма, если она приобрела отведенную в рубку делянку и внесла соответствующий залог — средства на лесовосстановление. Управление же лесами, их устройство, охрана и защита и само лесовыращивание могут быть доверены только государ-

ственным лесничеством и их объединениям, отвечающим перед органами власти и парламентом за состояние лесов и их доходность. Чтобы предупредить возможность перерождения государственных органов управления лесами в лесозаготовительные фирмы, члены Корпуса лесничих должны быть по закону лишены права заниматься коммерческой деятельностью, связанной с рубкой леса и переработкой полученной древесины.

4. Поскольку животный мир лесов является неотъемлемой частью лесных экосистем, организация охотничьей деятельности должна стать неотъемлемой прерогативой и обязанностью государственных лесничеств и их объединений.

Лес — национальное богатство, которое нужно беречь и охранять, так как оно необходимо всем нам сейчас, а еще больше — нашим детям, внукам, всем грядущим поколениям.

Народная пословица гласит: чтобы не зря прожить жизнь, посади дерево. Надо бы возродить замечательную народную традицию: свадьба — посади дерево, родился ребенок — посади дерево, выпускной бал — посади дерево. Такой урок любви к природе станет важным шагом в перестройке экологического сознания общества.

Основы лесного законодательства. Леса государственного значения подразделяют на три группы.

К первой группе относятся леса, выполняющие преимущественно водоохранные, защитные, санитарно-гигиенические и оздоровительные функции. Огромное значение имеют городские леса, зеленые (санитарные) зоны вокруг городов, других населенных пунктов промышленных предприятий. Они как безотказно действующий фильтр стоят на страже здоровья людей. В эту группу входят также леса заповедников, парков, орехово-промысловых зон и др. Рубка в лесах первой группы строго ограничивается.

Вторая группа объединяет леса в районах с высокой плотностью населения и развитой сетью транспортных путей, имеющие защитное и ограниченное эксплуатационное значение, а также леса с недостаточными сырьевыми ресурсами.

К третьей группе отнесены леса, имеющие преимущественно эксплуатационное значение и предназначенные для удовлетворения потребностей народного хо-

зайства в древесине без ущерба для их защитных свойств.

В Основах лесного законодательства высокие требования предъявляются к лесопользователям, которые обязаны более полно и рационально использовать переданные в рубку лесосеки, не оставлять на них недорубы и заготовленную древесину, вести работы способами, не допускающими эрозии почвы и обеспечивающими хорошие условия для восстановления лесов. Регламентируется порядок установления и соблюдения научно обоснованных оптимальных норм ежегодной рубки леса. С учетом экологической роли лесов и экономических факторов для каждой их группы предусматривается определенный режим лесопользования. Главная задача состоит в дальнейшем расширении интенсивных форм производства, увеличении доли химической и химико-механической переработки древесины, опережающем развитии производства прогрессивных видов продукции.

Согласно Основам лесного законодательства при размещении, строительстве, проектировании и вводе в эксплуатацию новых и реконструированных объектов, а также при внедрении новых технологических процессов, влияющих на состояние и воспроизводство лесов, необходимо предусматривать мероприятия, обеспечивающие охрану лесов от отрицательного воздействия на них сточных вод, химических веществ, промышленных и коммунально-бытовых выбросов, отходов и отбросов; запрещать ввод в эксплуатацию новых и реконструированных объектов, не обеспеченных устройствами, предотвращающими вредное воздействие на состояние и воспроизводство лесов; учитывать требования, направленные на сохранение благоприятных условий для восстановления лесов при разработке новой техники для заготовки и трелевки древесины; приостанавливать работы, представляющие опасность для состояния и воспроизводства лесов. За нарушение лесного законодательства предусматривается уголовная, административная или иная ответственность.

Чтобы свести ущерб к минимуму, остановить незаконную, подчас хищническую эксплуатацию зеленого богатства, необходимо упорядочить систему государственного контроля за состоянием, воспроизводством, охраной и защитой лесов. В настоящее время действует положение о защите зеленого богатства. В нем опреде-

лены цели, задачи и структура органов государственного контроля за лесами, порядок их взаимодействия с другими государственными органами и общественными организациями, права, обязанности и ответственность должностных лиц.

Борьба с пожарами. На все изменения, происходящие в экологической обстановке того или иного региона под воздействием хозяйственной деятельности человека, сразу же реагирует лес. Многие хвойные породы деревьев погибли от различных бактериальных, вирусных заболеваний. Но первопричина этого — отравление деревьев дымом, газом, пылью и в результате — их ослабление. Больные, ослабленные леса больше других подвержены пожарам. Причина пожаров в большинстве случаев — нарушение правил обращения с огнем, халатное отношение к противопожарным мерам некоторых организаций, должностных лиц, а также отдельных граждан. Ежегодный экономический ущерб от пожаров за счет прямых потерь сырья и экологического ущерба в СНГ составлял 300—400 млн рублей, не считая 100 млн, которые идут на эксплуатацию существующей системы авиалесоохраны (по данным на 1985 г.).

Основы лесного законодательства предусматривают соблюдение правил пожарной безопасности всеми предприятиями, организациями, а также гражданами, работающими или отдыхающими в лесах.

Работой по профилактике, выявлению и ликвидации пожаров, очагов вредителей и болезней леса занимаются специализированные службы авиационной и наземной охраны лесов от пожаров, службы лесозащиты, а также предприятия, осуществляющие ведение лесного хозяйства и лесопользования. В случаях угрозы выхода лесных пожаров из-под контроля названных служб и предприятий местные органы государственной власти привлекают дополнительные людские и материально-технические ресурсы других отраслей народного хозяйства.

На активно охраняемой территории лесного фонда ежегодно регистрируется от 10 до 30 тысяч пожаров, охватывающих площади от нескольких сотен тысяч до 1—2 млн гектаров. При этом большая часть их приходится на территории, пожароопасные по погодным условиям.

В настоящее время для охраны лесов от пожаров используется телевидение. Телекамеры устанавливаются на вышках. Дистанционное управление передающей камерой позволяет оператору вращать ее на вышке, изменять масштаб изображения и оптическую фокусировку. Увидев дым, оператор направляет дежурных пожарных в очаг пожара, на месте которого они оказываются через 10—20 мин. Оператор при этом видит на экране результаты их работы. Одна телеустановка наблюдает одновременно за тремя лесничествами. Это очень удобная форма наблюдения за противопожарным состоянием леса.

Внедрение спутниковой информации в охрану леса позволяет более успешно решать тактические задачи борьбы с пожарами, способствуя своевременному их обнаружению и ликвидации в начальной стадии распространения. Доказана принципиальная возможность решения космическими методами следующих задач: обнаружение лесных пожаров на ранних стадиях и определение их координат с большой степенью точности; определение степени пожарной опасности крупных лесных массивов по метеорологическим условиям; картирование площадей крупных лесных пожаров в инфракрасной области спектра с целью выбора тактики борьбы с ними. Дистанционные методы наблюдения позволяют получить более детальную картину распределения основных термодинамических характеристик на лесной территории, что может существенно улучшить качество прогнозов пожарной опасности.

Космонавтика открыла перед человечеством принципиально новые возможности изучения Земли и ее природных ресурсов. Она позволяет следить за сложными природными и антропогенными процессами. Космическая высота (200—400 км), большая скорость движения долговременных орбитальных станций (ДОС), оперативность и хорошая обзорность позволили создать своеобразную патрульную службу по наблюдению за глобальными и быстро изменяющимися процессами, труднодоступными и недостижимыми объектами.

Леса горят на многих континентах. С борта ДОС космонавты легко различают пожары по характерным дымовым шлейфам, тянущимся на несколько десятков и даже сотен километров. Дымовые шлейфы круп-

ных лесных пожаров видны из космоса на расстоянии до 1000 км. Их не спутаешь с производственными дымами, которые имеют темную окраску, большую плотность и постоянное местоположение. Космонавты наблюдали крупные лесные пожары в Австралии, Латинской Америке. Для каждого обнаруженного пожара определялись координаты, количество очагов загорания, длина и направление (румб) дымового шлейфа.

Космический мониторинг. Масштабность занимаемых пространств и удельного веса лесов в экологическом балансе ряда стран обуславливает необходимость разработки оперативной системы получения постоянно обновляемой информации о состоянии лесов, динамике их развития и продуктивности. Эта система, обеспечивающая оперативное, всеобъемлющее и достаточно точное наблюдение за результатами антропогенного или естественного воздействия на леса, должна строиться на базе космических средств. Многолетний опыт разносторонней штатной эксплуатации космических средств свидетельствует о широких возможностях использования космической информации для решения большого круга задач изучения окружающей среды. Однако конкретное воплощение этих возможностей требует решения ряда метеорологических проблем. На современном этапе сложившейся практики ведения лесного хозяйства космическими средствами можно выполнять целый комплекс задач: прогнозировать пожарную опасность по обширным регионам и обнаруживать лесные пожары, оперативно оповещать наземные службы об их координатах, контролировать их развитие.

Космическая техника позволяет тематически картографировать леса в интересах их хозяйственного освоения и проводить инвентаризацию общих запасов, контролировать правила рубки, вести разведку больных участков, выяснять их контуры, отслеживать распространение промышленных аэрозолей.

Решение исходных задач традиционными методами трудоемко и не оперативно. Дистанционные же методы измерений из космоса позволяют решать перечисленные задачи с минимальными затратами труда и средств.

Состав и технические возможности комплекса целевой научной аппаратуры, установленной на орбиталь-

ных станциях, позволяют решать и комплекс исходных задач. В состав целевой научной аппаратуры входит набор фотоаппаратов с различным разрешением, набор многозональных спектрометров видимого и инфракрасного диапазонов, системы обычных и цветных телекамер с длиннофокусными объективами. Для повышения эффективности космического мониторинга лесных ресурсов возникает необходимость использования возможностей космонавтов-исследователей.

Красная книга. Прогрессирующее обеднение флоры земного шара вызвало необходимость создания во многих странах Красной книги природной флоры — списка видов растений, которым угрожает полное уничтожение.

Потеря какого-либо вида растений — это не просто уменьшение разнообразия их форм, так или иначе радующих глаз человека. Это очень чувствительный удар по сбалансированной в течение многих тысячелетий системе растительных сообществ лесов, лугов, болот и т. д., где этот вид как часть целого обеспечивает устойчивость сообщества, его долголетие, возобновляемость. Чем больше таких видов мы будем изымать из сложных биологических систем, тем неустойчивее будут привычные нам леса, луга, болота, тем больше вероятность их естественной гибели, тем более чувствительны они будут к любому воздействию на них человека.

Красная книга природной флоры постоянно корректируется: одни виды исключаются, когда непосредственная опасность их уничтожения минует, другие включаются по мере поступления сведений об угрожающем сокращении ареала их распространения.

Красная книга не имеет силы юридического акта: само по себе внесение вида еще не означает установление запрета на его добывание или взятие под охрану местообитания. Но Красная книга — это основа для таких законодательных актов, и сегодня такие акты уже приняты.

В Узбекистане издано два тома Красной книги, в которую внесены редкие и находящиеся на грани исчезновения животные (I том) и растения (II том). В Красной книге (II том) для каждого конкретного вида растения приводятся конкретные, наиболее эффективные и действенные меры защиты. Красная книга рассматривается как научно обоснованная программа

практических мероприятий по спасению редких видов. Неопценима ее роль как средства воспитания, пропаганды разумного и бережного отношения к растениям вообще и редким в частности. Она показывает, что не все обстоит благополучно в мире, в котором мы живем. Красная книга — это сигнал тревоги, сигнал бедствия, призыв к активному действию в защиту растений.

Ученые Узбекистана завершили работу над составлением экологической карты. В ней впервые получили наглядное картографическое отображение такие объекты природы, как заповедники, заказники, памятники живой природы, минеральные источники, ботанические сады и другие, которые нуждаются в срочных охранных мерах. Новая карта даст возможность планировать разумное использование сфер природного комплекса и обеспечить их защиту.

ЖИВОТНЫЙ МИР И ЕГО МЕСТО В БИОСФЕРЕ

Главная особенность животного мира биосферы Земли заключается в его многообразии и разнородности. Он представлен млекопитающими, птицами, пресмыкающимися, земноводными, рыбами, моллюсками и насекомыми. Многообразие видов животных чрезвычайно важно для биотического круговорота веществ и распределения потока энергии, процессов, в которых животные обязательно участвуют как основные консументы и как редуценты. В любой экосистеме один вид животного не способен расщепить органическое вещество растений до конечных продуктов. Каждый вид использует лишь часть растения и некоторые содержащиеся в нем органические вещества. Растения, не пригодные для этого вида животных, или остатки растений, еще богатые энергией, используются другими видами животных. Так складываются сложные и сложнейшие цепи и сети питания. Из фотосинтезирующих растений животные последовательно извлекают вещества и энергию.

Трофические цепи и сети сложны, поскольку один вид животных может использовать для питания различные виды (часто на различных трофических уровнях). В процессе эволюции одновременно происходило

приспособление каждого вида к оптимальному для него биогеоценозу, использованию имеющихся там кормовых объектов, и каждый из видов одновременно являлся кормом для ряда других видов. В сложной структуре биоценозов животные как активный элемент в значительной мере определяют их устойчивость. Животные в свою очередь, находясь в зависимости от растений, определяют их жизнь, а также структуру и состав почв, облик ландшафта.

Хотя биомасса животных относительно мала и составляет около 2% всего живого нашей планеты, их исключительная роль определяется высоким уровнем энергетических процессов, большой подвижностью и огромным разнообразием. В настоящее время известно около 2 млн видов животных, в то время как растений — лишь 400 тыс. видов.

Вместе с тем небольшая сравнительно с растениями биомасса животных в абсолютных показателях огромна. Например, на 1 гектаре почвы леса живет до 2,5 млн дождевых червей, до 6 млн насекомых, более 400 млн клещей и ногохвосток, более 1 млн моллюсков и других беспозвоночных, образующих общую биомассу до 1000 кг. Общая же биомасса почвенных животных всей суши Земли составляет примерно 2,5 млрд т. Численность только насекомых планеты достигает 10^{18} особей. На каждого человека одних лишь комаров и мух приходится не менее 200 млн особей различных видов.

В тайге есть такие районы, где на каждом гектаре обитает 5 кг комаров. Биомасса термитов — самых многочисленных обитателей тропиков — такова, что на одного человека приходится около 750 кг этих насекомых. Биомасса диких копытных в саваннах и грызунов в степях достигает 250—400 кг на 1 гектар. В некоторых случаях животные образуют огромные скопления. Так, широко известны гигантские стаи пустынной саранчи в Африке, насчитывающие миллиарды особей, биомасса которых нередко составляет сотни и более тысяч тонн.

Самая многочисленная и многообразная группа животных — насекомые — имеет наибольшее значение в биосфере. Большинство цветковых растений опыляется насекомыми, из которых особенно эффективными как опылители являются дикие и домашние пчелы.

Они способствуют не только повышению урожая многих диких и культурных растений, но и увеличению зеленой массы, в том числе продуктивности пастбищ.

Насекомые потребляют огромное количество растительной массы — нередко до 10% продукции биогеоценоза, используя для построения биомассы своего тела до одной трети ассимилированной энергии, поэтому и продуктивность насекомых может быть в десятки раз больше, чем позвоночных животных. Это дает возможность многим видам птиц, зверей и большинству амфибий и рептилий существовать за счет насекомых. Большую роль играют насекомые в формировании почв, в разложении животных остатков и экскрементов.

Хрестоматийным стал пример с навозом, от завезенных в Австралию домашних животных, который не привлекал местных жуков-навозников и сплошным слоем покрывал степи, делая их непригодными для пастбища (обычная трава переставала расти, вместо нее появились несъедобные для скота растения). Положение изменилось только после того, как из Южной Африки по рекомендации экологов были завезены жуки-навозники, быстро очистившие австралийские пастбища.

Другим известным примером могут служить термиты — основные разрушители растительных остатков в тропических лесах. Свою функцию редуцентов, возвращающих почве плодородие, термиты выполняют благодаря жгутиковым, поселяющимся в их кишечнике и расщепляющим клетчатку до углеводов, минеральных солей и углекислого газа. Термиты способствуют возобновлению травянистой и особенно древесной растительности. Тропические леса и саванны практически не восстанавливаются после длительного использования их земель под посевы или после многократных выжиганий, приводящих к гибели термитов.

Широко известно значение многих видов хищных насекомых в истреблении видов, наносящих урон сельскохозяйственным растениям и лесным посадкам.

Насекомые, кроме того, имеют огромное средообразующее значение, выделяют в окружающую среду продукты обмена, изменяющие ее состав. Так, термиты при переработке клетчатки выделяют в атмосферу 165 млн т метана в год, т. е. около половины всего метана, поступающего в биосферу; 55 млрд т угле-

кислого газа, т. е. в 3 раза больше, чем дает сжигание человеком топлива (каменного угля, нефти, газа). В распределении и обмене микроэлементами в северных экосистемах главная роль принадлежит кровососущим двукрылым (комарам, мошкам).

Среди ресурсов животного мира особого внимания заслуживают беспозвоночные животные, которые составляют до 95—99% биомассы животных на суше. Значение беспозвоночных в биосфере огромно, так же разнообразны их функции, обеспечивающие круговорот веществ и трансформацию энергии. Важнейшие для человека группы среди беспозвоночных — это опылители, хищники (в т. ч. энтомофаги), почвообразователи, разрушители растительных и животных остатков, фильтраторы воды, кровососы.

Плодородие почв тесно связано с почвообитающими в ней животными. В процессе питания и перемещения животные, обитающие в почве, перерабатывают органические остатки и минеральную массу, формируют гумусовый слой, регулируют состав и активность почвенных микроорганизмов. Любые антропогенные нарушения растительного или почвенного слоя, в том числе и отравление ядохимикатами, применяемыми в борьбе с вредителями и сорняками, могут привести к тяжелым изменениям в структуре сообщества почвообразователей, восстановление которой длится многие годы. Из-за общей тенденции сокращения численности всех беспозвоночных снизилось плодородие почв и урожайность многих сельскохозяйственных культур.

Среди позвоночных животных общеизвестно экологическое значение рыб как самых массовых и подвижных животных в водоемах, выделяющих в воду углекислый газ, который используется водными растениями. Растения же в процессе питания выделяют кислород, необходимый для дыхания рыб и других водных животных. Исключительно велика роль птиц, потребляющих гигантское количество насекомых и переносящих семена на огромные расстояния, в биотическом круговороте веществ и энергетических связях между далекими экосистемами. Особенно интересны в этом отношении морские птицы, переносящие на сушу огромное количество фосфора. На островах и побережьях в аридных зонах, где они гнездятся, накапливаются огромные залежи помета (гуано), из-

давна используемого человеком в качестве удобрения.

Многообразна роль млекопитающих как землероев, потребителей растений, многих беспозвоночных животных. Даже малозаметные землеройки-бурозубки, обитающие в лесной подстилке и образующие плотности популяций по 40 и более зверьков на гектар, существуют за счет насекомых и их личинок. Землеройки в связи с малыми размерами тела, характеризуются исключительно высоким уровнем обмена: они потребляют в сутки количество пищи, равное их массе, а в некоторых случаях и большее. При этом они должны кормиться через каждые 3—6 часов в любое время года и при любой погоде. Нетрудно рассчитать, что, образуя биомассу всего около 150 г на 1 гектар леса, они потребляют около 60 кг насекомых и их личинок в течение года, т. е. роль их в жизни леса огромна.

Животные активно воздействуют на ландшафт. Известен так называемый «бобровый ландшафт», возникший в результате постройки бобрами бесчисленных плотин, изменяющих водный режим местности.

Возобновлению кедровых лесов в Сибири способствуют кедровки, дубрав в Европе — сойки и кабаны. Можно привести огромное количество примеров зоогенного происхождения или существенной трансформации экосистем под влиянием животных. В значительной мере степи с их исключительно плодородными почвами созданы беспозвоночными и высшими позвоночными животными, которые превращают огромное количество растительной массы в легко усвояемые растениями вещества.

Важное экологическое правило состоит в том, что чем разнороднее и сложнее биоценоз, тем выше его устойчивость, способность противостоять различным внешним воздействиям, в том числе и антропогенным. Устойчивость природных биогеоценозов обуславливается также тем, что популяции видов, слагающих биоценозы, в процессе эволюции приспособились друг к другу настолько, что они как бы «заботятся» о целостности, устойчивости, оптимальной структуре своего биоценоза. Так, в тундре, степях, саваннах и других пастбищных ландшафтах трава растет лучше не тогда, когда она отгорожена от потребителей (насекомых, грызунов, копытных и др.), а тогда, когда потреб-

ление ее соответствует норме, определяемой структурой этого биогеоценоза. Хорошо известно также, что гигантские скопления копытных в саваннах Африки, бизонов — в прериях Америки и сайгаков — в полупустынях Средней Азии и Казахстана никогда не причиняли ущерба травяному покрову.

В лесах Европы, Азии и Северной Америки олени, поедая побеги деревьев и кустарников, при нормальной плотности популяций животных увеличивали их продуктивность. Однако олени, завезенные в Новую Зеландию, леса которой в процессе эволюции не подвергались воздействию копытных, привели к гибели коренных лесов на огромных площадях.

Для биосферы нашей планеты все биологические виды, возникшие в процессе эволюции, нужны и полезны. Каждый вид занимает только ему присущую экологическую нишу. Своим существованием каждый вид создает предпосылки для появления новых экологических ниш. Этот процесс и гарантирует бесконечность эволюции в пространстве и во времени.

Жизнь не могла бы выполнять свою планетарную функцию, о чем писал В. И. Вернадский, не обладая она величайшим разнообразием. Следовательно, поддержание этого разнообразия — важнейшая задача охраны природы.

Разнообразна и богата фауна, велико ее значение для общества. Животный мир — не только источник промышленного, технического, лекарственного сырья, пушнины и пищевых продуктов. Велико значение его и для науки, культуры, просвещения. Охрана животного мира — это комплексная проблема, которая связана с организацией рационального использования и охраны всех природных ресурсов: земли, ее недр, вод, атмосферного воздуха и растительного мира.

Млекопитающие подразделяются на диких, полудиких и домашних. Дикие животные, имеющие промысловое значение, дают пушнину, кожу, жир, мясо, лекарственное сырье.

Большинство видов млекопитающих приспособились к определенному комплексу природных условий и имеют ограниченные области распространения. В связи с тем, что млекопитающие являются важной составной частью любого биогеоценоза, вредность или полезность того или иного вида должна определяться

в каждом конкретном случае отдельно на строго научной основе, чтобы не нанести непоправимого ущерба природному комплексу. Например, для снижения потерь сельскохозяйственных продуктов на вновь возделываемых землях уничтожают вредных грызунов. Однако полное уничтожение грызунов может привести к исчезновению хищников, для которых эти грызуны являются пищей. В Кении в свое время решили уничтожить леопардов, и когда их численность оказалась сведенной к отдельным экземплярам, развилось такое количество диких кабанов и обезьян, что вред, наносимый ими, не шел ни в какое сравнение с ущербом, который причиняли хищники, нападая на домашний скот.

Снежный барс (ирбис) — типичный горный хищник, украшение наших гор, отлично приспособлен к жизни в суровых условиях. Излюбленные места его обитания — нижняя часть вечных снежников, ледяных полей и верхняя альпийская зона. Именно там водятся дикие горные козлы и бараны, которыми питается снежный барс. Спускаются барсы и ниже, в зону сочных субальпийских лугов, где устраивают свои норы сурки. Наиболее же часто этот хищник встречается на высотах 3000—4500 м над уровнем океана, предпочитая скалистые ущелья. По рассказам очевидцев, этот хищник может перепрыгнуть ущелье шириной до 10 м, одним прыжком преодолеть высоту до 3 м.

Еще в начале XIX века барс населял многие горные системы Центральной Азии и Восточной Сибири. В наши дни его ареал значительно сократился. Зверя уже нет в Прибайкалье, и он почти не встречается в Саянах. В настоящее время во всем мире насчитывается не более 1000 снежных барсов. Барс подлежит абсолютной охране в силу того, что находится на грани исчезновения. Он занесен в Красную книгу Узбекистана и других государств.

На высокогорных пастбищах пасутся огромные стада овец. Здесь же обитают дикие копытные. Те и другие болеют чесоткой. Если домашних овец можно лечить, то у диких горных козлов болезнь быстро прогрессирует. Уничтожая почти переставших двигаться больных животных, барс тем самым способствует оздоровлению пастбищ.

В природе абсолютно вредных и абсолютно полез-

ных животных не существует. Все зависит от их численности, условий существования и ряда других факторов. Так, крупные хищные животные, с одной стороны, уничтожают скот и дичь, в редких случаях представляют прямую опасность для человека; кроме того, разносят ряд заболеваний, среди которых наиболее опасное — бешенство. С другой стороны, при умелом регулировании их численности хищники в известной степени становятся «санитарами» и «селекционерами». Пушнина же, получаемая от охоты на хищных зверей, пользуется высоким спросом на внутреннем и внешнем рынках.



Рис. 10. Волка

Волк (рис. 10), как и всякое животное, — неотъемлемая часть живой природы. Этот умный и смелый хищник исторически связан с жизнью и хозяйственной деятельностью человека, потому отношение к нему двойное: одни считают, что волка надо всеми мерами уничтожать, другие убеждены, что этот зверь необходим и даже полезен. Где же истина? Она, по-видимому, где-то посередине между этими полярными взглядами. Содружество человека и волка прочно сохранялось тысячелетиями — до тех пор, пока люди не занялись скотоводством и земледелием. К этому времени ресурсы диких копытных животных оскудели, а в местах их бывшего обитания появился домашний скот. Волки начали нападать на него. Вот тогда и возникла вражда человека и волка. Став земледельцем и владельцем домашнего скота, человек начал испытывать перед волком страх и стал его уничтожать. В Европе страх перед волком и ненависть к нему достигли апогея в средние века.

Численность волков в ряде районов Старого Света

резко сократилась, а местами они были уничтожены полностью. Первыми освободились от волков наиболее развитые страны с высокой плотностью населения. Раньше всего они исчезли в Англии — в начале XVI века, в Ирландии — сохранялись до начала XVII века, в Шотландии последний волк был убит в 1743 году. Во Франции к 1870 году эти хищные животные были редки во многих районах страны, но в некоторых местах они продержались вплоть до первой мировой войны.

В настоящее время почти вся территория Западной Европы освободилась от волков. Они практически исчезли в Норвегии и Швеции. В Болгарии, Польше, Италии, Испании и Португалии осталось по одной-две сотни зверей, по две-три тысячи их обитают в Греции и Румынии; в Канаде насчитывается 20—25 тысяч волков, в США, на Аляске, — около 10 тысяч, а во всех остальных штатах — около тысячи зверей. Среди европейских стран лишь в СНГ существуют многочисленные и жизнеспособные популяции. Здесь обитает приблизительно 60—70 тысяч зверей.

В семидесятые годы волки были хорошо обеспечены кормом. В это время сильно размножились лоси, кабаны, сайгаки. Стало много и диких северных оленей. В прекрасный источник пищи для волков превратились животноводческие комплексы, где нарушались правила захоронения падали. Процветанию популяций волка способствовали и браконьеры, которые во время охоты на копытных оставляли в лесу немало подранков.

В эти же годы исчезли тысячи мелких деревенек, во многих из которых жили охотники-волчатники. Возникли обширные незаселенные и почти не посещаемые людьми участки, которые волки облюбовали для выведения потомства. Ущерб, нанесенный волками в последнюю вспышку их численности, чрезвычайно велик.

Из крупных хищных зверей лишь волк может существенно влиять на численность диких копытных животных. Отсюда и отношение человека к хищникам складывается из того, что отрицательная их роль кажется всем очевидной, а положительная скрыта. Последнюю обнаружить гораздо сложнее: она выявляется лишь при тщательных наблюдениях и всестороннем

анализе. В лесу найдены остатки трапезы волков. Глядя на них, никто не усомнится, что лось, ставший добычей хищников, был крупным. Однако нередко подобные животные попадают в зубы волков, потому что или были больны или ранены браконьерами.

Волк — один из самых совершенных хищников планеты. Он способен анализировать обстановку, делать определенные выводы для себя, прогнозировать события. Этот зверь имеет развитую психику, поэтому легко приспосабливается к изменившимся условиям. Волк всегда следит за человеком. От его взгляда не ускользают ни оставленные в лесу без присмотра коровы, ни овчарни с окнами без стекол, ни скотопойльники. Волк всем этим обязательно воспользуется. Постоянно встречаясь с транспортом и привыкнув к нему, волки могут лечь сразу за кюветом оживленной шоссе́йной дороги, провожая глазами идущие машины, проходят рядом с работающими тракторами.

Однако частое общение с людьми не изменило присущей волкам осторожности. Звери прекрасно различают опасных и неопасных для них людей. Увидев вооруженного человека, они быстро скрываются в лесу, а, скажем, на группы туристов, идущих, как правило, с шумом, реагируют мало. Практика показывает, что нет такого средства борьбы с волками, которое бы звери за достаточно короткий срок не поняли. От повсеместного уничтожения зверей всеми доступными средствами нужно отказаться. В районах, где животноводство не сильно развито и ресурсы диких копытных используются недостаточно, волка можно не трогать и позволить ему выполнять свои естественные функции — поддерживать равновесие в дикой природе. Если в таких районах волки будут истреблены, появится новая беда: экологическую нишу волков займут бродячие, одичавшие собаки и волко-собаки, звери крайне вредные для живой природы. Они активно преследуют диких копытных и зайцев, не боятся людей, нападают на домашних животных даже днем.

Популяции волков обычно состоят из семей — стай, постоянно живущих на определенной территории. Однако встречаются звери, не входящие в стаи. Их иногда называют «нетерриториальными». Это резерв популяции. Волки, как известно, сами регулируют свою численность. Бездумное нарушение структуры популя-

нии будет вести к выключению механизмов саморегуляции, количество нетерриториальных зверей возрастет. Поэтому в районах, где уничтожение волков экологически неоправданно, из популяций в первую очередь надо удалять этих одиночек. Именно они являются наиболее вероятными охотниками на домашних животных.

Среди млекопитающих нельзя не упомянуть бобра (рис. 11). Велика и полезна работа, совершаемая ими повседневно. Своей деятельностью бобры очищают малые реки. Появление их плотин на реке замедляет распространение загрязняющих веществ вниз по течению и повышает ее способность к биологическому самоочищению в десятки раз. Надо ли говорить о том, как полезна нам эта помощь четвероногих «инженеров» в борьбе за чистоту малых рек.

Бобры обитают на огромных пространствах — от лесотундры Кольского полуострова до полупустынь Монголии. Удивляет их приспособляемость к различным условиям жизни. Крупные для грызуна размеры (масса взрослого бобра — до 30 кг, длина тела — до 1 м), короткие, но цепкие передние лапы дают ему возможность перемещать обрубки деревьев, ветки, копать грунт. Сильные резцы — надежное орудие для подгрызания стволов диаметром до 1 м и неплохая защита от врагов. Плоский, покрытый роговыми чешуйками хвост — прекрасный «руль глубины» и в то же время орган регуляции температуры тела зверя.

Бобр безбоязненно селится рядом с человеком, однако страдает от непродуманной мелиорации пойм лесных рек и лесных болот, от сведения лиственных деревьев по берегам заселенных им водоемов. Немало



Рис. 11. Речной бобр

этих кудесников-строителей, мелиораторов и хранителей природы гибнет от безжалостных рук браконьеров. Важно улучшить охрану бобров, полнее и тщательнее согласовывать хозяйственную деятельность в пойменных и болотистых местах с интересами ох-

раны природы, учитывая экологию бобров. Они сторицей отплатят за заботу, будут непрестанно трудиться, способствуя сохранению лесов, ручьев, рек — вообще всех богатств и разнообразия родной природы.

Птицы. Безграничное размножение насекомых сдерживается многими факторами, один из которых — птицы. Являясь своего рода биологическим регулятором численности вредных насекомых, они приносят большую пользу в борьбе с сельскохозяйственными вредителями и вредителями леса. Скорость размножения насекомых поразительна. Потомство одной тли, если бы оно все выживало, за один год покрыло бы сплошным слоем весь земной шар.

Каждый вид птиц уничтожает определенных вредителей, поэтому для массового уничтожения вредителей необходим комплекс видов птиц. Розовые скворцы уничтожают саранчу, дятлы — короедов, мухоловки — летающих мух, зяблики предпочитают жуков, чайки — черепашку, жука-кузьку, гусениц; грачи, скворцы, серые куропатки — долгоносиков, гусениц, луговых мотыльков и др. У птиц высокий уровень обмена веществ, поэтому они должны потреблять большое количество пищи. Маленькие мухоловки-пеструхи приносят в гнездо за 15 дней более 1 кг насекомых. По подсчетам ученых-орнитологов, зяблики за 214 дней съедают 1035 т вредных насекомых, 777 т семян сорняков, 70 т семян культурных растений.

Гриф — дневная хищная птица семейства ястребиных, которое включает в частности орлов, сарычей, ястребов и коршунов. Но за время своей эволюции эта птица утратила способность ударять свою жертву когтистыми лапами. Она не может охотиться и убивать, а способна лишь искать свою добычу, и в этом грифы достигли совершенства.

Почти все виды хищных птиц (а их около 22) питаются исключительно падалью, они не могут переключиться на другую пищу. Эти удивительные птицы очень полезны. Они своего рода «санитары» живой природы, ее необходимое звено. Сейчас численность этих птиц сокращается, и ученые пытаются ее восстановить.

Орлы выводят потомство только по одной особи, да и то не каждый год. Эти редкие птицы занесены в Красную книгу. Много хищных птиц, в частности степ-

ных орлов, погибает от поражения электрическим током. Для предупреждения этого на опорах линий электропередачи устраивают птицезаградители.

Чтобы сократить число аварийных ситуаций в воздухе, возникающих в результате столкновений самолетов с птицами, японская авиакомпания АНА, например, на воздухозаборниках двигателей лайнеров установила изображение огромного глаза, напоминающего глаз орла. Оригинальная идея оказалась эффективной — птицы, предпочитающие держаться подальше от зоркого ока пернатого хищника, стали реже приближаться к самолетам.

Пресмыкающиеся — черепахи, ящерицы, змеи — поедают большое количество мышей и вредных насекомых. От змей получают яд, используемый в биохимии и фармакологии как прекрасное лечебное средство. Недаром из всего животного и растительного мира именно змея (вместе с чашей) стала символом медицины. Змей для получения яда содержат в питомнике (серпентарии), который выполняет гуманитарную функцию — змеиног инкубатора. В Узбекистане первый питомник для ядовитых змей был создан в 60-е годы в Ташкенте. Змеи в питомнике живут по нескольку лет, питаются, дают немало яда и потомство. Маленьких змей выпускают в основном в те места, где ведется отлов взрослых змей.

Если вы встретили в лесу гадюку и подняли на нее палку, остановитесь. Возможно, в этот момент вы убиваете не змею, а человека, которому именно эта гадюка помогла бы перебороть недуг, избавиться от болезни и прожить еще долгие годы.

Среднеазиатская кобра (рис. 12) — крупная, порой достигающая 2 м змея. Окраска тела ее разнообразная — от светло-оливковой до темно-бурой, почти черной; каждая выпуклая чешуйка ее имеет еще и ямки, по-разному отражающие свет, чем и объясняется этот неповторимый блеск. Потрясенная кобра поднимает переднюю часть тела и разводит ребра, растягивая кожу на шее. Змея встречается в Средней Азии — в песчаных пустынях, предгорьях и долинах рек, в заброшенных строениях, в садах и на бахчах. В горах кобра поднимается на высоту до двух тысяч метров.

Среднеазиатская кобра — уникальный памятник живой природы, вид, находящийся под угрозой исчез-



Рис. 12. Среднеазиатская кобра

новения и внесенный в Красную книгу Международного союза охраны природы. Резкое сокращение численности этой змеи было вызвано интенсивным освоением человеком мест, пригодных для обитания, отловом змей для получения яда и научных исследований. Отлов кобр сейчас разрешен лишь по специальным лицензиям и не превышает 300—400 особей в год. Широко практикуется возврат змей в природу из серпентариев. Не так давно был поднят вопрос о возможности перехода серпентариев на замкнутый цикл работы, то есть на получение яда у змей, рожденных и регулярно размножающихся в неволе.

Что же заставляет нас так заботиться о будущем этой змеи? Прежде всего научная ценность вида, утрата которого грозит потерей целого семейства для нашей фауны, и, кроме того, забота о здоровье человека.

Для охраны пресмыкающихся введены запреты на их промысел, организованы специальные резерваты, где запрещается отлов черепах и некоторых видов пресмыкающихся.

Земноводные. Тритоны обычные, чесночница обыкновенная, жаба обыкновенная и зеленая, лягушка озерная, прудовая, остромордая и травянистая поедают в садах, огородах, лугах, полях и лесах огромное количество насекомых-кровопийц — комаров, слепней, мелких мух, переносчиков таких опасных болезней, как малярия и туляремия.

Жабы являются лучшими помощниками человека в борьбе с вредными насекомыми и опасными для ряда сельскохозяйственных культур брюхоногими моллюсками-слизнями, которые, питаясь мякотью листа, уничтожают посевы на огромных площадях. Кроме улиток и слизней в их желудках находят гусениц, бабочек, листоедов, шелкопрядов, саранчу и других насекомых. К сожалению, эти безобидные существа не пользуются любовью людей, разве что гастрономической. Гурманы многих стран Запада не жалеют денег на изысканное блюдо — лягушачьи лапки, которые дороже лучших сортов рыбы. Кроме того, лягушки оказались удобными лабораторными животными и стали в буквальном смысле «жертвами науки». Для этих целей ежегодно их отлавливают миллионами (например, в США — около 9 миллионов). Добавьте ко всему этому гибель множества этих животных на автодорогах, в лесах и садах от ядохимикатов, а в водоемах — от загрязнения воды, а также при осушении болот, обмелении и высыхании малых рек и озер. Дети часто швыряют камнями в лягушек, поющих в пруду, или избивают хворостинами маленьких лягушат, когда те выходят на берег из воды, не задумываясь о том, какую пользу они приносят. Лягушки представляют большой интерес в экологическом смысле. Одна лягушка за лето уничтожает более тысячи всевозможных мух, слепней, комаров и других насекомых, многие из которых причиняют человеку ущерб. Подсчитано, что 720 лягушек могут уничтожить за короткий срок 1 млн вредных насекомых. Лягушки заслуживают охраны и потому, что они сами и их личинки (головастики) служат пищей для ценных промысловых рыб и многих птиц.

В Индии имеются виды лягушек, масса которых достигает 500 г. Эти лягушки поедают за день насекомых больше, чем весят сами. Индийские ученые предлагают разводить земноводных на специальных

фермах. Это позволит не только увеличить их экспорт, но и использовать для борьбы с насекомыми-вредителями сельского хозяйства.

Рыбы имеют огромное промысловое значение. Для сохранения и восстановления их численности проводят мероприятия по снижению вредного воздействия хозяйственной деятельности человека на рыбопродуктивность водоемов, ведется селекционно-племенная работа по воспроизводству молоди ценных пород прудовых рыб и выращиванию гибридов. Большой интерес представляет гибрид от скрещивания белуги со стерлядью — белстер, отличающийся высокой жизнеспособностью и быстрым ростом; разработана биотехнология выращивания рыбы, на многих рыбозаводах получают сотни центнеров высококачественной осетровой рыбы и икры. Широко развернута работа по акклиматизации рыб и кормовых организмов. Многие водоемы с помощью аэраторов различных типов и конструкций подвергают аэрации для поддержания необходимого кислородного режима. В период нереста устраивают искусственные нерестилища, для чего создают рыбоподъемные и рыбопропускные устройства в плотинах.

По приблизительным подсчетам, рыболовы-любители во внутренних водоемах ежегодно вылавливают до 2 млн т рыбы, или более 50% промысловой добычи. В связи с этим назрела необходимость усилить охрану рыбных запасов. Рыболов-любитель имеет право использовать для лова рыбы только разрешенные снасти. Им разрешен лов рыбы одной удочкой с двумя крючками, без применения живца и мальца, вне мест нереста, определенных органами рыбоохраны и обозначенных специальными указателями. Категорически запрещается им ловить рыбу загонем, огнестрельным и пневматическим оружием, подсечкой, с помощью взрывчатки и отравляющих веществ, во время нереста на зимовальных рыбных ямах в зимний период, перед плотинами. За злостное нарушение правил рыболовства, за браконьерство предусматривается уголовная ответственность, вплоть до лишения свободы.

Насекомые. Трудно переоценить роль насекомых в почвообразовании и размножении цветковых растений. Вместе с тем история знает немало примеров гибели миллионов людей от малярии, возбудителей которой переносят кровососущие комары, или от голода

после налета саранчи. Насекомые занимают первое место и среди животных — разрушителей материалов.

Вездесущность насекомых связана с их огромным видовым многообразием, способностью к почти повсеместному распространению и утилизации органических веществ. Так, например, только известных науке видов насекомых больше, чем вместе взятых остальных животных и растений. Многочисленность насекомых объясняется колоссальным потенциалом размножения и уникальной способностью к взрывоподобному увеличению численности. Так, если бы мельчайшее насекомое — капустная тля, которая весит четверть миллиграмма, не имела бы врагов и не погибала в силу различных причин, то потомство единственной самки тли составило бы астрономическую цифру — $5,6^{16}$ особей. Масса ее потомства соответствует массе почти 3 млрд. человек. К счастью, связи насекомых с другими организмами в биоценозах препятствуют реализации такого фантастического потенциала размножения, иначе человеку не осталось бы места на Земле.

Жуки-навозники, мертвоеды, падальные мухи выполняют роль санитаров в природе, поедая трупы млекопитающих, экскременты, отмершие древесные остатки. Некоторые насекомые питаются сорняками, вредными растениями. В Австралии фермеры поставили памятник гусенице, которая избавила их от кактуса.

Кто не знает скромных обитателей почвы — дождевых червей? Их можно найти в огороде, саду, в лиственном лесу, по берегам водоемов. А после дождя их можно обнаружить на асфальтированных дорожках, где они нередко гибнут. Обыкновенный дождевой червь имеет длину до 15—30 см, состоит из множества колец — до 180. При движении он то вытягивается, то сокращается. Вдоль его тела тянутся четыре ряда щетинок, которые помогают передвигаться. Червь быстро зарывается в землю. Действуя заостренным мускулистым передним концом, он раздвигает землю в сторону. Если она плотная, он поглощает кусочки почвы, пропуская их через себя. Этим дождевой червь способствует проникновению влаги и воздуха в почву. Огромна роль дождевых червей и в образовании плодородного слоя почвы. Перетаскивая опавшие листья и другие растительные остатки в более глубокие слои почвы, они обогащают почву гумусом. Питаются чер-

ви и свежими листьями, не пренебрегают животным белком.

Дышат дождевые черви всей поверхностью тела. У них есть желудок, кишечник, мозг и пять пульсирующих сердец. Хорошо развиты осязание, обоняние и вкус. Органы зрения отсутствуют. Разделенные на части, черви не умирают: каждая часть продолжает жить самостоятельно.

У дождевых червей много врагов. Под землей их преследуют кроты, землеройки, медведки, многоножки, а на поверхности — ежи, лягушки, ящерицы, мыши, птицы, жужулицы. Неосведомленные люди тоже их истребляют, ошибочно считая, что они приносят вред растениям.

Дождевые черви — надежные союзники полеводов, садоводов, лесоводов, огородников в повышении и улучшении плодородия почвы. Там, где в почве обитают черви, урожай культурных растений высокий. На очень кислых почвах черви не водятся. Не выносят они и избытка минеральных удобрений. За рубежом созданы фермы, занимающиеся разведением дождевых червей, которых выпускают на истощенные участки поля для улучшения их плодородия или используют на корм домашней птице.

Различные виды муравьев являются настоящими санитарами леса.

Польза от насекомых во множестве случаев превышает для человека ущерб, наносимый другими представителями их класса.

Всего на земле обитает 100 тысяч видов различных мух, комаров. Комнатная муха — одна из них. Она не только нам досаждала своим присутствием, но и является распространителем таких болезней, как тиф, дифтерия, туберкулез, дизентерия и другие. Размножаются мухи быстро. Одна пара в четырех поколениях может произвести 125 млрд потомства. И если бы все они выжили, то заслонили бы собой небо. К счастью, не все яички попадают в благоприятные условия. Этому во многом должен способствовать человек: соблюдать чистоту, укрывать от мух продукты, своевременно ликвидировать гниющие отбросы, на которые мухи откладывают свои яички.

Однако всех мух, как бы мы ни старались, извести невозможно. Парадоксально, но это имеет и положи-

тельное значение. Дело в том, что огромное количество разных животных (мелкие птицы, жабы, ящерицы, пауки) питаются мухами. Их численность в некоторой степени зависит от количества мух. Понаблюдайте за трясогузкой: мухи и комары — объект постоянной ее охоты.

Наши житейские интересы довольно часто расходятся с беспристрастным стремлением природы для всех оставить место под солнцем. У природы нет пасынков, все для нее любимые дети: и человек, и трясогузка, и эта досаждающая нам муха.

ЖИВОТНЫЙ МИР И ЦИВИЛИЗАЦИЯ

По мере развития цивилизации усиливается ее влияние на природу. Все больше места занимают города и сельскохозяйственные угодья, все меньше остается на нашей планете уголков, где животные могли бы существовать в естественных условиях обитания.

С увеличением численности населения, расширением хозяйственной деятельности человека сокращаются нетронутые участки природы. Основные территории размножения, миграционные пути, зоны охоты, районы питания травоядных исчезают под искусственными покрытиями, затопляются водой, скормливаются скоту или распахиваются. Лесные области оголяются лесозаготовителями, превращаются в пастбища, исполь-

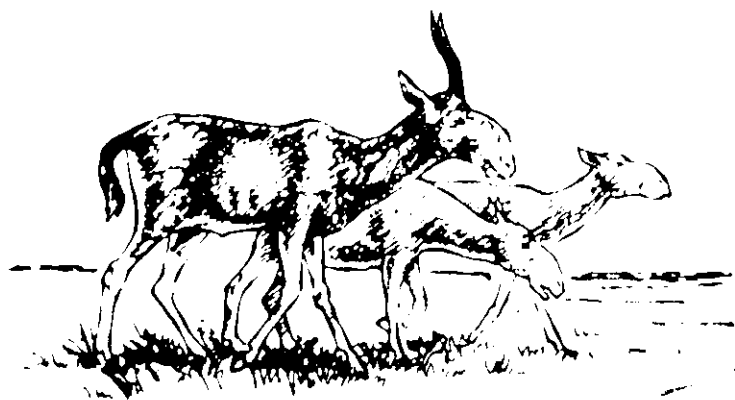


Рис. 13. Сайгаки.

зуются для посевов или засаживаются чуждыми для данного района деревьями.

В степях Прикаспия сосредоточены основные стада европейской популяции сайгака. Основания для тревоги связаны с процессом опустынивания этих мест.

Когда-то сайгаки (рис. 13) — современники мамонтов — паслись на огромных открытых пространствах от Тянь-Шаня до Карпат, даже в Венгрию забегали. Над судьбой этого идеально приспособленного к условиям сухих степей животного словно висит злой рок. То ретивые хозяйственники перегородят степь проволочными заборами «культурных пастбищ», то исконные миграционные пути сайгаков перережут оросительными каналами, и животные, особенно молодежь, тонут тысячами, то совершат набеги браконьеры, за ночь отстреливающие сотни сайгаков. Из шкуры сайгака выделывают хром; рога, содержащие ценные лекарственные вещества, продают за рубеж и получают миллионные доходы в валюте. Главное же зло в том, что площади, пригодные для обитания сайгаков, из года в год сокращаются. А ведь этим животным нужен простор, иначе они перестают размножаться.

Сайгаки не являются кормовыми конкурентами отар, пасущихся в этих степях. Они питаются другими травами. Число же содержащихся там овец в три раза превышает допустимую нагрузку на пастбище. Забыто и традиционное отгонное щадящее пастбища овцеводство. Отары круглый год толкуются на одном месте у чабанских стоянок, стравливая пастбища. Острыми копытцами они выбивают травяной покров и превращают его в песок.

Нарушена структура видов содержания в степи животных (кроме овец здесь разводили верблюдов и лошадей).

Помимо сайгаков в степи водятся и редкие виды животных — журавль-красавка, дрофа, стрепет, степной орел, лисы, зайцы. Однако естественные места их обитания все более сокращаются в результате прокладки оросительных систем, освоения новых земель.

Печальный итог бездумного хозяйствования ради сиюминутной выгоды — под барханами развалины покинутых кошар, брошенные чабанские стоянки, дорога, теряющаяся в песках, борозды былых посевов.

Проблема уничтожения мест обитания животных

характерна для всех континентов, но особенно серьезна она во влажных тропиках, где в будущем предсказывают наибольшие потери видов. Влажные тропические леса, получающие в изобилии солнечный свет, тепло и воду, отличаются поразительным разнообразием экосистем и видов, причем огромные их участки, особенно в бассейне Амазонки, остаются для ученых еще во многом «неизведанной страной». Постепенно происходит резкое сокращение численности и даже исчезновение многих видов живых существ. Только за три последних столетия на нашей планете исчезло около 120 видов животных. По подсчетам ученых, в ближайшие 30 лет такая же участь может постигнуть еще примерно 100 видов, что отрицательно скажется и на жизни людей.

В 50—60-х годах резко возрос объем международной торговли такими видами диких животных, шкуры, меха и оперение которых шли на изготовление модной одежды, парфюмерных изделий и сувениров. Одновременно с этим резко возрос объем контрабандной международной торговли редкими животными, доходы от которой не уступают прибылям от наркотиков. Баснословную выручку дает продажа слоновой кости, рогов носорога, шкур леопарда и зебры. Известно, какому беспощадному истреблению подвергались и подвергаются слоны. Запрет охоты на них в ряде стран вызвал рост цен на слоновую кость, а вместе с ним и новую волну браконьерства. Тысячи бивней стоимостью в миллиарды франков заняли место рядом с золотыми слитками в хранилищах банков Токио, Гонконга, Лондона и других столиц.

В погоне за наживой «охотники за бивнями» убивают в год от 65 до 75 тысяч слонов. Браконьеры разбрасывают на облюбованных слонами тропах утыканные гвоздями деревянные чушки и отравленные плоды папайи, и потом безжалостно добивают животных. По самым оптимистическим оценкам, в африканской саванне осталось менее миллиона слонов. В Танзании, Кении, Замбии, Заире и Конго сейчас наблюдается настоящее нашествие браконьеров. Слоны подведены к грани исчезновения в Судане, Чаде и Центральноафриканской Республике. Только в Заирском заповеднике Гарамба за последние 13 лет было уничтожено 64% обитавших там слонов. Лишь в Ботсване, Зимбабве, Южно-Африканской

Республике благодаря строгим мерам по охране дикой природы их численность возрастает.

Африка может остаться без носорогов, если не прекратится хищническое истребление этих животных. Из-за браконьерской охоты носорогов практически лишлись национальные парки Танзании и Замбии, их поголовье резко сократилось в Зимбабве. По данным видного южноафриканского эксперта Питера Хитчинса, носороги могут исчезнуть в Африке в ближайшее время. О такой тенденции свидетельствует печальная статистика: еще в 1970 году в Африке насчитывалось до 60 тысяч черных носорогов, в 1989 году — менее 4 тысяч. Чем же так привлекают к себе браконьеров неуклюжие и подслеповатые обитатели саванны? Главным образом рогами. Дело в том, что в некоторых азиатских странах из этих рогов готовят медицинское снадобье. Имеет широкое хождение поверье, будто рога обладают чудодейственной способностью возвращать мужчинам молодость и силу. Наукой это не подтверждено, хотя и не опровергнуто, но заманчивая приманка ценится в буквальном смысле на вес золота.

Поскольку запретить торговлю костью и рогами в международном масштабе невозможно, для сохранения уникального животного мира, в частности носорогов, было предложено отпиливать у них рога. Специальная команда, вооруженная дротиками с наколками-капсулами, сначала усыпляет «пациента» с помощью безопасной для него дозы снотворного. Затем наступает очередь хирургов: они отпиливают оба рога и полируют оставшиеся обрубки. Ветеринары утверждают, что в волокнистом по своей структуре роге не содержится нервных клеток и операция столь же безболезненна, как стрижка ногтей на наших пальцах.

В результате бездумного промышленного и сельскохозяйственного освоения земель, загрязнения окружающей среды во многих местах мира уничтожаются или отравляются естественные районы обитания редких животных, дикой водоплавающей птицы — уток, гусей, лебедей и др.

Издавна между грачами и людьми установились довольно миролюбивые отношения. Птицы помогали человеку на полях, а люди позволяли им селиться воз-

ле своего жилища. В некоторых случаях птицы строили свои колонии прямо в центре поселений людей. Грачиные колонии держатся в тех или иных местах до тех пор, пока там живут люди, и только с исчезновением последнего очага покидают свои насиженные места и грачи.

Воздействие человека на современные природные комплексы огромно. Птицы, в частности грачи, могут служить хорошим индикатором состояния природной среды. Именно поэтому грачи включены для изучения в международную биологическую программу «Человек и биосфера».

В Мировом океане из-за хищнического вылова и все увеличивающегося загрязнения и разрушения окружающей среды 25 наиболее ценных промысловых видов рыб почти полностью уничтожены или их численность резко сократилась. Ежегодно уничтожается до четверти миллиона особей различных видов дельфинов. Гибнут дюгоны и морские черепахи, в рыболовных сетях ежегодно находят свою смерть около миллиона морских птиц.

Одна из важнейших современных проблем — обеспечение людей белковыми продуктами питания. Надежным источником белковых ресурсов служит рыба. Рыбохозяйственный фонд внутренних водоемов включает внутренние моря, озера, реки и водохранилища. Нарастание уловов во внутренних водоемах предполагается за счет развития прудового и промышленного рыбоводства в основных рыбопотребляющих густонаселенных районах.

Экосистемы внутренних вод имеют существенное преимущество перед экосистемами океана: они принципиально управляемы. При этом рыбопродуктивность зависит от эффективности управления, в том числе и экономического.

Воспроизводство рыбных запасов внутренних водоемов, прежде всего ценных проходных и полупроходных рыб, таких, как осетровые, лососевые, каспийские сельди, вобла, рыбец и другие, существенно нарушено вследствие преобразования бассейнов поверхностного стока вод при гидростроительстве. Потери от этого равны или превышают величину годового улова в водохранилищах. Большинство ранее построенных рыбопропускных сооружений оказалось неэффективным.

В ирригационных системах, гидроузлах и промышленных водоразборах молоди промысловых рыб погибает больше, чем производится всеми рыбоводными заводами. В настоящее время многое делается для увеличения рыбных запасов: разрабатываются новые образцы эффективных рыбопропускных сооружений для ценных промысловых рыб (осетра, белуги, севрюги, судака, леща, рыба и др.), способы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения.

Во всем мире сейчас идет процесс сокращения или даже исчезновения отдельных видов живых организмов, вызванный хозяйственной деятельностью человека. Это вызывает тревогу, так как биологическое обеднение земного шара вследствие потери некоторых биологических видов наносит невосполнимый урон природе, процессу нормального функционирования биосферы и в конечном счете — генофонду. За последние годы по некоторым группам мировой фауны уже исчезло около 10% видов животных.

ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ АКТЫ ОБ ОХРАНЕ ЖИВОТНОГО МИРА

Животный мир — один из основных компонентов природной среды, важная составная часть природных богатств. Он служит источником для получения промышленного и лекарственного сырья, пищевых продуктов и других материальных ценностей, необходимых для удовлетворения потребностей населения и народного хозяйства. Животный мир используется также в научных, культурно-просветительных и эстетических целях.

Закон об охране природы предусматривает:

- сохранение видового многообразия животных в состоянии естественной свободы;

- охрану среды обитания, условий размножения и путей миграции животных;

- сохранение целостности естественных сообществ животных;

- научно обоснованное, рациональное использование и воспроизводство животного мира;

- регулирование численности животных в целях охраны здоровья населения и предотвращения ущерба народному хозяйству, для чего необходимо знать их

общую численность, географическое распространение, характеристику необходимых им угодий и хозяйственное использование.

Закон строго регламентирует применение химических средств защиты растений и других препаратов с учетом требований охраны животного мира и среды его обитания, обязывает сочетать использование химических средств защиты растений с глубоко продуманной системой агротехнических, селекционно-генетических, биологических и других мероприятий.

В Законе имеются также положения о предотвращении гибели животных; о регулировании добычи животных, не относящихся к объектам охоты и рыболовства (например, отлов змей и певчих птиц). Так, в ряде регионов интенсивный отлов змей привел почти к полному их исчезновению.

Важную роль в борьбе с браконьерством и другими правонарушениями играет законодательство об административной ответственности, которая предусматривается:

— за самовольную (незаконную) переуступку права пользования объектами животного мира и за совершение других сделок, которые в прямой или косвенной форме нарушают право государственной собственности на животный мир. Под такими сделками понимается незаконная (за плату или безвозмездно) переуступка права пользования животным миром. Эти сделки признаются недействительными, потому что животные, находящиеся в состоянии естественной свободы, не могут быть собственностью предприятий, организаций, учреждений или граждан и их купля-продажа, дарение или завещание признаются незаконными и влекут за собой административное взыскание;

— самовольное пользование объектами животного мира, для которого требуется разрешение;

— нарушение установленного порядка пользования животным миром в заповедниках и на других особо охраняемых территориях;

— уничтожение редких и находящихся под угрозой исчезновения животных, их кладок, яиц, жилищ и других сооружений или за действия, которые могут привести к гибели, сокращению численности или нарушению среды обитания таких животных;

— добычу этих животных с нарушением условий, указанных в разрешении;

— нарушение правил охоты, рыболовства и охраны рыбных запасов или за грубое нарушение правил охоты, т. е. за охоту без надлежащего разрешения, в запрещенных местах, в запрещенные сроки, запрещенными орудиями или способами, а также за систематическое нарушение других правил охоты;

— нарушение правил транспортировки, хранения и применения средств защиты растений, стимуляторов их роста, минеральных удобрений, которое причинило ущерб животному миру;

— нарушение правил создания, пополнения, хранения, использования и учета зоологических коллекций, правил торговли ими, пересылки и вывоза за границу животных, а также незаконный ввоз в страну животных или растений, признанных наносящими ущерб сохранению видов ее фауны, занесенных в Красную книгу.

Характер нарушения и степень его общественной опасности определяют конкретные меры административной ответственности нарушителей. К таким мерам относятся предупреждение, штраф с конфискацией находящихся в личной собственности нарушителя предметов, которые являлись орудием совершения нарушения, в том числе ружей и других орудий добывания животных. Допускается лишение права охоты на срок до трех лет с конфискацией ружей и других орудий охоты. Однако лишение права охоты и конфискация огнестрельного оружия, других орудий охоты и боевых припасов не могут применяться к лицам, для которых охота — основной источник существования.

За нарушение законодательства об охране и использовании животного мира нарушители несут административную ответственность в том случае, если эти нарушения по своему характеру не влекут за собой уголовной ответственности. Нарушитель может быть подвергнут личному досмотру уполномоченными для производства такого досмотра должностными лицами органов внутренних дел и административному задержанию.

Заповедники, национальные парки и другие особо охраняемые территории играют важную роль не только в охране животного мира, но и в экологическом образовании, пропаганде основ заповедного дела, воспитании

бережного отношения людей к природе и ее ресурсам, подготовке научных кадров экологов.

На охраняемых территориях воспроизводят все виды наземных млекопитающих, птиц, земноводных, пресмыкающихся и рыб, занесенных в Красную книгу. Практически только в заповедниках сохранились такие животные, как амурский тигр, кулан, бухарский олень, пятнистый олень и другие. Правовой статус, функционирование и обеспечение сохранности заповедников, заказников, национальных парков и других особо охраняемых территорий определяются и регулируются законодательными актами и нормативными документами.

Одним из старейших заповедников является заповедник Тигровая Балка в Таджикистане. Это уникальнейший экологический комплекс аридной субтропической зоны с пойменными и террасовыми ландшафтами рек Вахш и Пяндж, с останцовыми скальными массивами и лессовыми низкогорьями. Здесь на площади 47 тыс. гектаров представлен едва ли не весь набор почв, характерных для Средней Азии. Богат и ландшафтный облик заповедника — саванны и полусаванны, барханные песчаные пустыни с зарослями белого и черного саксаула, джингала, джузгуна, черкеза соседствуют с пойменными сообществами гигантских тропических злаков — дикого сахарного тростника, эриантуса, гребенщика многоветвистого (тамарикса), достигающих 5—6 м высоты. Но главное богатство — пойменные тугайные леса, занимающие треть площади заповедника. Такие леса из туранги, или тополя седеющего, лоха узколистного, или джиды, с многометровыми злаками сходны с джунглями Индии. Тугайные комплексы Тигровой Балки — самые северные «джунгли» в мире.

В Тигровой Балке описано свыше 470 видов высших растений, из которых четыре, в том числе тюльпан и крокус, занесены в Красную книгу. На пойменных участках водятся полосатая гиена, шакал, бухарский олень, джейран, пятнистая кошка, камышовый кот, персидская выдра, летучая мышь, ушастый еж. Из 143 видов птиц, встречающихся в заповеднике (большая часть которых прилетает с севера на зимовку), наиболее ценны серый гусь, черный аист, темнозобый дрозд, черный гриф, баклан, лебедь, фазан. Из пре-

смыкающихся встречаются серый варан, кобра, гюрза, песчаная эфа. Более десяти лет как здесь уже нет тигра — животного, в честь которого заповедник получил свое название. Заповедник Тигровая Балка как редчайший эталон природной красоты и неповторимости — достояние всей мировой культуры и науки.

В Узбекистане 9 заповедников и 70 заказников, которые располагаются на площади свыше 375 тыс. гектаров.

Десять снежных барсов — целое семейство — поселились в западных отрогах Гиссарского хребта. Почти четверть века назад редчайший представитель фауны, потревоженный хозяйственной деятельностью человека, покинул эти места: барсу грозило полное уничтожение. Зверь был занесен в Красную книгу Международного союза охраны природы и в Красную книгу Узбекистана. В привычных для него местах ныне создан Гиссарский горно-арчовый заповедник. В заповедниках стали быстро расселяться другие редкие животные и птицы. Вольготно чувствуют себя в этих краях среднеазиатский кабан, туркестанская лисица, красный сурок, снежный и черный грифы — всего более двухсот видов животных. Здесь для них готов «и стол, и дом». Заповедные леса изобилуют разнообразными деревьями, кустарниками, травами.

Каракал — дикий кот, обитатель пустыни, по внешнему виду напоминает рысь, но заметно отличается от нее. Хвост длинный — 25—30 см, голова из-за отсутствия рысьих «баков» кажется более вытянутой. Размер туловища 73—82 см. Его окраска сливается с окружающей средой. Уши, как и у большинства четвероногих обитателей пустыни, относительно большие. Ареал этого зверя ограничен Каспийским морем, Амударьей, Устюртом и Аральским морем.

В былые времена этот хищник был довольно распространен на левобережье Амударьи (на территории Туркменистана, Узбекистана), населял песчаные и щебнистые полупустыни и пустыни, предгорья с холмистым рельефом. С освоением засушливых районов, вырубкой саксаула, интенсивным выпасом скота местобитание каракалов изменилось, что вызвало резкое снижение численности вида. К настоящему времени сохранилось не более 359—500 экземпляров зверя.

Иногда каракалы встречаются в тугаях и зарослях

тростника по берегам рек. Это ловкий, подвижный хищник, хорошо лазают по деревьям. За своей добычей он долго крадется, затем ловко прыгает. Каракал стал очень редким, и есть тенденция к сокращению его численности. Зверь сохраняется в Бадхызском и Репетекском заповедниках. Занесен в Красные книги Туркменистана и Узбекистана.

Большая работа проводится в Сюнт-Хасардагском государственном заповеднике по восстановлению численности джейранов, некогда обитающих в западных районах Туркменистана. Подсчитано, что только на территории Красноводской области численность джейраньего стада могла бы составлять около миллиона голов. Ученые решили помочь пустынной антилопе. Для этого в комплексном зоопитомнике заповедника создан джейраний питомник. Прирост поголовья в таких питомниках удвоился. В дальнейшем животных планируется выпускать на волю, формируя крупные стада. Начатая работа сулит экономический эффект. При достижении необходимой плотности джейраньего стада на территории области можно будет без ущерба для воспроизводства добывать до шести тысяч тонн отличного мяса.

Под угрозой вымирания находятся журавли. В мире их встречается 15 видов, на территории СНГ водятся семь: серый, красавка, канадский, даурский, черный, японский, белый (или стерх). Они названы в порядке убывания численности: серого журавля, по оценкам специалистов-орнитологов, — до 90 тысяч, красавки — до 50, канадского — до 20, даурского и черного — до 3-х тысяч, японского — до 300 штук, стерха — не более 250 штук. Охота на все виды журавлей запрещена как в местах гнездовий, так и на осенне-весеннем пролете. Сейчас начато их разведение в специальных питомниках (в Рязанской области, в Окском государственном заповеднике).

В начале нынешнего века от руки браконьера пал последний кавказский горный зубр. Для восстановления поголовья этих редких животных в 1940 году из Аскании-Нова на кавказскую горную речку Кишу было доставлено пять зубробизонов. Ученые сумели сложным селекционным путем акклиматизировать в условиях Северо-Западного Кавказа исчезнувший вид.

Сейчас в Кавказском государственном биосферном заповеднике обитает около 800 зубров (рис. 14).

Красная книга. Для охраны редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных создана международная Красная книга, а в каждом суверенном государстве СНГ — свои Красные книги.

Красная книга — не только сигнал опасности, она и своеобразная программа охранных действий. Не случайно для каждого вида животного в ней существуют такие рубрики: статус, распространение, места обитания, их современное состояние, численность в природе, размножение, конкуренты, враги, болезни, причины изменения численности, численность в неволе, размножение в неволе, принятые меры. Все животные, вносимые в международную Красную книгу, делятся на 5 категорий.

К первой категории отнесены исчезающие виды, находящиеся под серьезной угрозой вымирания. Спасти их невозможно без специальных мер охраны и восстановления.

Вторая категория представлена сокращающимися видами. К ним относится прежде всего дрофа. Она исчезает из-за нехватки площадей для гнездования, от отравления ядохимикатами и бескормицы, а также в результате браконьерства. Сейчас в тех местах, где дрофа еще сохранилась, создаются заповедники и заказники. Во вторую категорию включены архар, амурский



Рис. 14. Зубр.

тигр, полосатая гиена, выхухоль, атлантический морж.

Третья категория включает **редкие виды** животных, не находящиеся под угрозой вымирания, но встречающиеся в таком небольшом количестве или на таких ограниченных территориях, что могут вскоре исчезнуть. Еще недавно сокол-балобан был достаточно обычен в Приаральских Каракумах, Кызылкуме, в долине Сырдарьи. Теперь его там не осталось. Малочислен он в Туркмении и в Таджикистане, стал редким и в Забайкалье. Редкой стала и уникальная кошка — манул, а также снежный барс (ирбис), гепард и туркменский каракал.

К четвертой категории отнесены **неопределенные (малоизвестные) животные**. Из-за ограниченности сведений о них специалисты не могут оценить состояние той или иной популяции вида.

В пятую категорию вошли **восстановленные виды**. Это животные, которые были под угрозой исчезновения, но благодаря охране численность их восстановлена.

В Красную книгу Узбекистана (том II) внесены редкие и находящиеся под угрозой исчезновения животные: **млекопитающие** (тяньшаньский бурый медведь, снежный барс (ирбис), закаспийский гепард, переднеазиатский леопард, сурок Мензбира, гигантская вечерница (летучая мышь), полосатая гиена, туркменский каракал, туркестанская рысь, джейран, архар, винторогий козел); **птицы** (сокол-балобан, савка, сапсан, розовый пеликан, фламинго, могильник, дрофа, змеяд, беркут); **пресмыкающиеся** (серый варан, среднеазиатская кобра, круглоголовка); **рыбы** (амударьинский лжелопатонос, аральский шип, аральский усач и др.

В Красной книге Узбекистана зафиксированы конкретные меры, принимаемые для сохранения ценных представителей фауны республики, где защита природных богатств возведена в ранг государственной политики.

Красные книги — символические светофоры на ставшем слишком оживленном перекрестке дикой природы и хозяйственной деятельности человека. Красный сигнал предупреждает об опасности, нависшей над основным достоянием природы — ее растительным и животным миром. Опасность эта не только для растений

и животных, но прежде всего для человека, поскольку жизнь его неразрывно связана с жизнью растений и животных.

Глава 10. ЭНЕРГЕТИКА И ПРИРОДА

Из всех отраслей народного хозяйства энергетика оказывает большое влияние на нашу жизнь. Она росла опережающими темпами, развивала мощности и вырабатывала энергию, исчисляемую астрономическими цифрами. Годовое потребление первичных энергоресурсов в мире увеличилось с 2,7 млрд т условного топлива¹ в 1950 г. до 10 млрд т к 1985 г.

Согласно данным Института урана (Англия), 60% населения Земли не обеспечены электричеством, а 82% всего энергопотребления приходится на 25% общей его численности. 37% мирового производства электроэнергии обеспечивается использованием угля, 23% — гидро-ресурсов, 17% — ядерного топлива, 12% — нефти, 10% — газа. Ожидаются сдвиги в структуре используемых для производства электроэнергии ресурсов, в первую очередь — в пользу угля и ядерного топлива. Согласно прогнозам, установленная мощность АЭС в мире увеличится с 261 тыс. МВт в 1988 году до 347 тыс. МВт в 2000 году. При современных объемах энергопотребления разведанных запасов органического топлива на Земле хватит примерно: нефти — на 35, газа — на 50 и угля — на 430 лет. Предполагается, что в дальнейшем вследствие истощения многих месторождений топливных полезных ископаемых и переориентации человечества на ресурсо- и энергосберегающий путь развития экономики темпы роста энергопотребления в мире будут снижаться. К 2000 году годовое потребление первичных ресурсов на Земле не превысит 15—18 млрд т условного топлива. Причем эта тенденция устойчивая и долговременная. Однако рассчитывать на то, что главной составляющей баланса энергетики стант ее сбережение, не приходится. Очевидно, основными будут какие-то новые источники энергии, причем экологически чистые.

Энергетический кризис 1973 года привел к осознанию несколько неожиданной истины: рост экономики, притом весьма значительный, возможен без увеличения

¹ 1 тонна условного топлива эквивалентна 250 л бензина.

потребления первичных энергоресурсов. Так, в США абсолютное потребление первичных энергоресурсов, которое удвоилось за 17 лет, предшествовавших энергетическому кризису 1973 года, за последующее десятилетие не только не возросло, но даже сократилось на несколько процентов по сравнению с кризисным годом. В то же время валовой общественный продукт вырос на 24%, и в результате расход первичных энергоресурсов в расчете на фиксированный доллар валового национального продукта уменьшился приблизительно на одну треть. Сходные или даже более значительные сдвиги, сопряженные со структурной перестройкой производственного механизма, произошли в экономике стран Западной Европы и Японии.

Удовлетворение растущих потребностей в электроэнергетике возможно различными путями — беспредельным наращиванием добычи угля, нефти, газа или рациональным и комплексным их использованием. Например, при добыче нефти необходима углубленная ее переработка, извлечение и использование по назначению ценных компонентов нефти и газа, утилизация попутного нефтяного газа, повышение качества угольного топлива в процессе его переработки. Надежное же энергообеспечение страны во все большей степени зависит от всемерного ресурсо- и энергосбережения во всех отраслях народного хозяйства.

В Узбекистане удовлетворение возрастающих потребностей в топливе и энергии в ближайшее время ожидается за счет их экономии и замены органического топлива другими энергоносителями. Главную роль здесь должны сыграть совершенствование межотраслевой и внутриотраслевой структуры экономики, внедрение энергосберегающих технологий и прогрессивной техники, экономические методы хозяйствования. Необходимо всемерно снижать уровень удельного энергопотребления отечественных бытовых и промышленных приборов, который в 2—3 раза выше зарубежных. Переход транспорта на использование газа — одно из важнейших направлений сбалансирования потребности народного хозяйства в моторных топливах. Это позволяет также улучшить экологическую среду, особенно в крупных городах. Существенным резервом экономии энергии является повышение уровня использования

вторичных энергоресурсов, в частности сбросного тепла газокompрессорных станций.

В гидроэнергетике важно отказаться от строительства новых крупных ГЭС на равнинных реках, так как в результате затопления огромных земельных площадей наносится значительный экологический ущерб окружающей природе; максимально использовать энергию горных рек и каскадов; строго соблюдать экологические требования.

Политику энергосбережения следует рассматривать как один из наиболее действенных способов ослабления негативного влияния энергетики на окружающую среду.

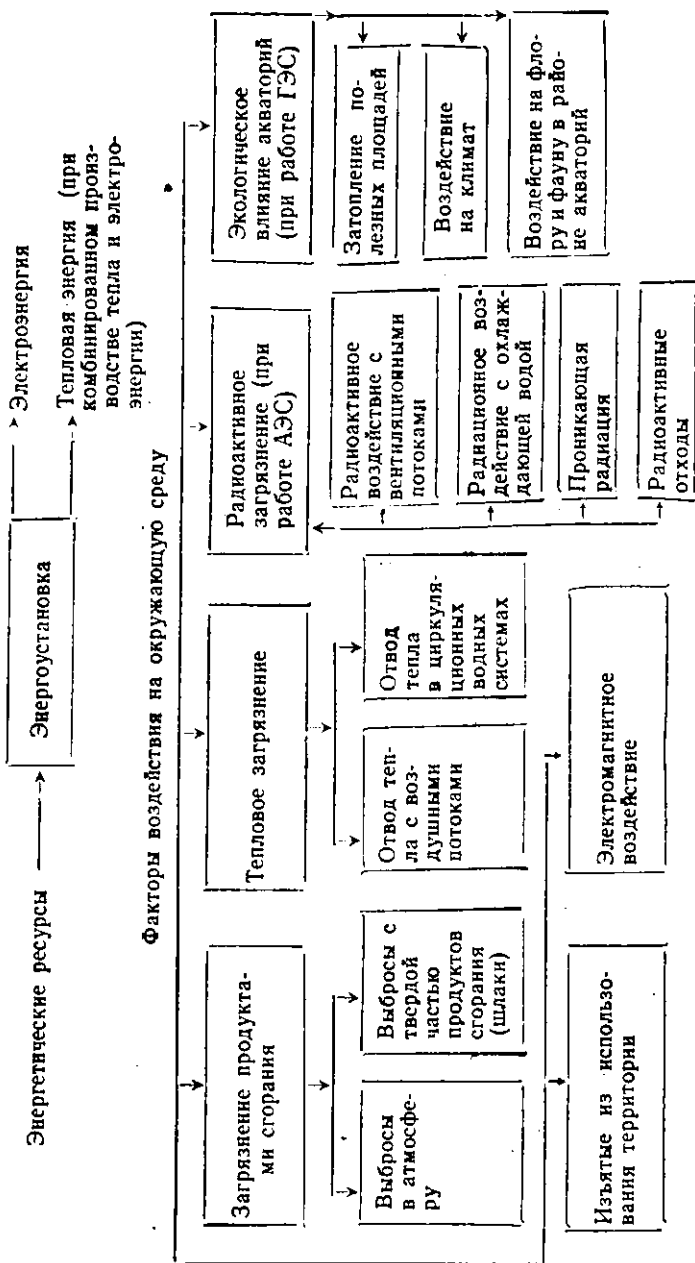
Воздействие энергетики на окружающую среду весьма разнообразно и определяется в основном типом энергоустановок (схема 1).

В решении энергетических проблем особая роль отводится науке. Важно сконцентрировать научный потенциал на создании и внедрении принципиально новых технологий — лазерных, высокотемпературных и плазменных, импульсных, радиационных, мембранных, физико-химических и географических, на усилении исследований в области атомной, термоядерной и водородной энергетики, высокотемпературной сверхпроводимости, создании технологических основ экологически чистой энергетики; использовании нетрадиционных и возобновляемых источников энергии, например, солнечной энергии с новыми способами ее концентрации и с высокими коэффициентами преобразования в электрическую.

Еще лет десять-пятнадцать назад основой энергетики считались уголь и уран, т. е. угольные и атомные станции. При этом по экологическим причинам предпочтение отдавалось атомной энергетике. Развитие тепловых электростанций, работающих на угле и нефти, будет сдерживаться тяжелыми экологическими последствиями: даже при установке очистных сооружений выбросы окислов азота и серы еще достаточно велики, а выбросы диоксида углерода в принципе неустранимы. Тепловые электростанции, работающие на природном газе, вдвое меньше загрязняют окружающую среду и экономичнее.

Нефть и газ, запасы которых ограничены, с каждым годом будут обходиться все дороже, и их гораздо целесообразнее использовать для производства химических продуктов, а также в качестве моторного топлива. При

Схема 1. Основные факторы воздействия электроэнергетики на окружающую среду
(по В. Б. Козлову, 1982 г.)



сгорании органических видов топлива, кроме того, выделяется углекислый газ, способствующий возникновению так называемого «парникового эффекта» и вызывающий нарушение экологического равновесия.

Роль атомной энергетики в обозримой перспективе будет возрастать. С учетом воспроизводства ядерного топлива хватит надолго. Но при этом надо более активно решать проблемы, связанные с повышением безопасности АЭС и удалением радиоактивных отходов.

Хотя, как показывает мировая практика, не может быть абсолютно безопасной энергетики, химии, да и любых других современных производств, не может быть и абсолютного отсутствия влияния их на окружающую среду. Весь вопрос в том, чтобы потребности человека удовлетворялись с наименьшим ущербом для его здоровья и для природы в целом. Безусловно, из всех видов энергии экологически безупречно использование энергии Солнца и ветра.

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

В структуре выработки электроэнергии ведущее место как сегодня, так и в обозримом будущем отводится тепловым электростанциям. Они сжигают треть добываемого в СНГ органического топлива, которое в процессе горения превращается не только в энергию, но и в миллионы тонн золы, окислов серы и диоксида азота. Значительная их часть — примерно 14% — выбрасывается в атмосферу.

Больше половины всей потребности в тепловой энергии в странах Содружества обеспечивается централизованно — от мощных теплоэлектростанций (ТЭЦ) и крупных котельных. ТЭЦ одновременно производят и тепловую, и электрическую энергию. Если на обычной тепловой конденсационной электростанции, вырабатывающей только электрическую энергию, на каждый отпущенный киловатт-час расходуется в среднем 356 г топлива, то на ТЭЦ — 265 г. ТЭЦ не только позволяет экономить топливо при производстве электроэнергии, но и сокращать обслуживающий персонал (по сравнению с мелкими котельными) в 5—7 раз, повышать производительность труда в 8—10 раз, снижать загрязненность

окружающей среды и значительно повышать надежность электроснабжения городов. Около 60% тепла, потребляемого городами, вырабатывается ТЭЦ.

При выработке электроэнергии на тепловых электростанциях в атмосферу ежегодно выбрасывается 17 млн т вредных веществ, или четвертая часть их общего поступления в воздушный бассейн от стационарных источников. При этом 11 млн т приходится на разнообразные соединения, представляющие особую опасность для здоровья населения и окружающей его среды.

Предприятия электроэнергетики СНГ ежегодно выбрасывают в атмосферный воздух 8,2 млн т сернистого ангидрида (44% общего выброса этого соединения предприятиями) и 2,7 млн т окислов азота (59%). Для снижения выбросов этих газообразных соединений в атмосферу изменяют структуру топлива, используемого на теплоэлектростанциях. Так, объем сжиженного газа в 1987 г. по сравнению с 1985 г. увеличился на 22%, а нефтяного топлива уменьшился на 10%.

Для производства 1 ГВт·ч электроэнергии сжигается угля 112 т и выделяется при этом 410 т углекислого газа (CO_2), нефти — 85 т и выделяется 277 т CO_2 , газа — 69 т и выделяется 190 т CO_2 . Эти данные показывают, что наименьшее количество углекислого газа образуется при сжигании газа.

Сточные воды ТЭС и ливневые стоки с их территорий, загрязненные отходами технологических циклов энергоустановок и содержащие ванадий, никель, фтор, фенолы и нефтепродукты, при сбросе в водоемы могут повлиять на качество воды, водные организмы. Изменение химического состава воды при увеличении концентрации тех или иных веществ нарушает установившиеся в водоеме условия обитания и сказывается на видовом составе и численности водных организмов и бактерий и в конечном счете может привести к нарушению процесса самоочищения водоемов от загрязнений и к ухудшению их санитарного состояния.

Представляет опасность и так называемое тепловое загрязнение водоемов с многообразными нарушениями их состояния. ТЭС вырабатывают электроэнергию с помощью турбин, приводимых в движение нагретым паром. При работе турбин отработанный пар приходится охлаждать холодной водой. Поэтому от энергетической станции непрерывно отходит поток воды, подогретой

обычно до 8—12°C и сбрасываемой в водоем. Крупные ТЭС и АЭС нуждаются в больших объемах воды. Они сбрасывают в подогретом состоянии 80—90 м³/с воды. Это означает, что в водоем непрерывно поступает мощный поток теплой воды. АЭС при такой же мощности, как ТЭС, требуют в среднем в 1,5 раза больше воды для охлаждения пара.

Зона подогрева, образующаяся в месте впадения теплой «реки», представляет собой своеобразный участок водоема, в котором температура максимальна в точке водосброса и снижается по мере удаления от нее. Зоны подогрева крупных ТЭС занимают площадь в несколько десятков квадратных километров. Зимой в зоне подогрева образуются полыньи (в северных и средних широтах). В летние месяцы температура воды в зонах подогрева зависит от естественной температуры забираемой воды. Если в водоеме температура воды 20°C, то в зоне подогрева она может достигать 28—32°C.

В результате повышения температуры в водоеме и нарушения их естественного гидротермического режима интенсифицируются процессы «цветения» воды, уменьшается способность газов растворяться в воде, меняются ее физические свойства, ускоряются все химические и биологические процессы, протекающие в ней, и т. д. В зоне подогрева уменьшается прозрачность воды, увеличивается РН и скорость разложения легко окисляющихся веществ, а скорость фотосинтеза в такой воде заметно понижается.

Воздействие установок на окружающую среду зависит от вида сжигаемого топлива.

Твердое топливо. При сжигании твердого топлива в атмосферу выделяется летучая зола с частицами недогоревшего топлива, сернистый и серный ангидриды, оксиды азота, некоторое количество фтористых соединений, а также газообразные продукты неполного сгорания топлива. Летучая зола в некоторых случаях помимо нетоксичных составляющих содержит и более вредные примеси. Так, в золе донецких антрацитов в незначительных количествах содержится мышьяк, а в золе Экибастузского и некоторых других месторождений — свободный диоксид кремния, в золе сланцев и углей Канско-Ачинского бассейна — свободный оксид кальция.

Уголь — самое распространенное ископаемое топливо на нашей планете. Крупнейшие топливо-энергетические

комплексы, сформированные в странах Содружества, — Экибастузский и Канско-Ачинский. Экибастузское месторождение дает четвертую часть всего угля, добываемого в СНГ открытым способом. Запасы этого самого дешевого угля оцениваются примерно в 9 млрд т. Однако он обладает высокой зольностью (до 50%). Экономически выгодно перерабатывать такое топливо на месте и чистую энергию передавать по проводам.

В перспективе произойдут значительные изменения в структуре топлива, потребляемого ТЭС, в связи с истощением запасов органического топлива. Доля нефти и газа в производстве электроэнергии резко уменьшится, доля же потребления угля повысится с 31% в 1985 г. до 44% в 2005 г. Потенциальные запасы угля в СНГ составляют примерно 7 триллионов тонн, то есть половину мировых запасов.

Из года в год все больше тратится средств на снижение вредных выбросов в атмосферу. А ведь их можно существенно сократить, если позаботиться о качестве топлива. Уже много лет «прирост» поставок угля идет за счет пустой породы, в результате ежегодный ущерб от этого в отрасли составляет сотни миллионов рублей, в народном хозяйстве — миллиарды. Мировой опыт показывает, что наибольшего эффекта можно достигнуть при обогащении топлива. Однако этому направлению до последнего времени не уделялось должного внимания и мало было построено обогатительных фабрик.

Проблемы энергетики затрагивают долговременные интересы всего народного хозяйства, поэтому они должны найти свое четкое отражение в общегосударственной экологической программе. В частности это создание экологически чистых топливо-энергетических комплексов и тепловых электростанций с наиболее прогрессивной технологией производства электрической и тепловой энергии, работающих на твердом топливе и позволяющих сократить выбросы золы до 0,05, окислов серы — до 0,2—0,3, окислов азота — до 0,15—0,2 г/м³.

В Аргоннской национальной лаборатории (США) разработан проект экологически чистой ТЭС, в которой продукты сжигания угля не выбрасываются в атмосферу, а отводятся в нефтяные скважины. Воздух к топкам станции подается уже очищенным от азота и обогащенным кислородом, образующиеся горючие газы возвращаются в цикл, а топочные газы, содержащие до 95%

диоксида углерода, по магистралям природного газа направляются в скважины. В них диоксид углерода смешивается с остатками нефти, что делает рентабельной ее последующую добычу. Стоимость внедрения новой технологии на строящихся или действующих ТЭС мощностью 50 МВт оценивается в 25 млн долларов.

Взглянув из космоса на поверхность естественного спутника Земли, люди сразу нашли общее в лунных пейзажах и районах угледобычи — безжизненность.

Как в шахтах, так и в разрезах приходится откачивать поступающие в них грунтовые воды. Шахты обычно глубже разрезов, поэтому приток грунтовых и подземных вод в них в два раза больше. В угольной промышленности за год откачивается на поверхность 2 км³ воды, что равно годовому стоку таких рек, как Клязьма, Березина или Баргузин. Эти водные ресурсы можно было бы использовать, если бы не замутненность углеразрезных и высокая кислотность шахтных вод.

Отходы угледобычи складываются в три вида отвалов — терриконы, хребтовые и плоские отвалы. При высоте терриконов и хребтовых отвалов более 60 м содержащиеся в породе остатки угля самовозгораются. Из 17,6 тыс. породных отвалов угольных шахт мира горит 6,8 тыс., при этом в атмосферу выделяются оксиды углерода, азота, серы, а также сероводород. Особенно вреден оксид серы. Под его воздействием в Донбассе урожайность зерновых снижается на 27%, гречихи — на 25%, капусты — на 12%, кукурузы — на 43%. Сероводород токсичен для домашней птицы.

Открытый способ добычи угля имеет технико-экономические преимущества перед шахтным, но углеразрезы уродуют облик Земли. В результате Земля нуждается в «косметике» — рекультивации. Затраты на рекультивацию велики, но они себя окупают. Благодаря рекультивации можно создать пахотные угодья с плодородным слоем, на которых урожай на 30—50% выше, чем на среднезональных угодьях.

Для того чтобы свести к минимуму выбросы в атмосферу оксидов серы и азота, золы и других компонентов, применяют наземную газификацию углей с использованием парогазовой установки мощностью 250 тыс. кВт, на которой уголь превращается в газообразное топливо, полученные же газы направляются в парогенератор, а оттуда — в газовую турбину. Данная установка эффек-

тивнее обычной очистки огромных объемов дымовых газов и не требует сооружения дорогостоящих электрофильтров и сверхвысоких труб.

Стратегическое направление научно-технического прогресса в электроэнергетике — широкое внедрение установок комбинированного парогазового цикла. Они существенно повышают эффективность использования топлива, позволяют ускорить ввод новых мощностей, во многом облегчают решение экологических проблем. Но переход на прогрессивную технологию сдерживается из-за отсутствия надежных газовых турбин. Большие возможности здесь откроют конверсия и международное сотрудничество.

Побочной продукцией газозергохимических комбинатов будут ценные химические полупродукты и зола, остающиеся в газогенераторах. Их утилизация вполне реальна и экономически выгодна. Так, сочетание различных способов предварительной переработки твердого топлива с дальнейшим получением электроэнергии, тепла, ценных химических соединений, искусственного жидкого топлива в рамках межотраслевых комбинатов позволит вплотную приблизиться к действительно безотходному использованию углей, например в Канско-Ачинском бассейне.

В 1985 г. в Экибастузе вступила в строй промышленная установка по производству синтетического топлива. На территории в несколько сотен гектаров поднялось свыше десяти заводских корпусов. К одному из них протянута нитка железнодорожных рельсов. По ней идут составы с углем, добытым в Канско-Ачинском бассейне. Именно зауральский бурый уголь и будет превращен в этих «стенах» в бензин и дизельное топливо. СТ-5 — так называли первенец будущей индустрии синтетического топлива, на котором перерабатывается в день 5 т угля.

Технология получения топлива из угля состоит в следующем: дробленый уголь после воздействия водяных паров высушивается и размалывается в мельнице до порошка. Угольная «мука» подается затем в мешалки, а оттуда в виде пасты — в специальные печи, где сильно подогревается и смешивается с циркулирующим водородсодержащим газом. Следующая ступень — реакторы, где паста насыщается водородом — гидрогенизируется. Уголь превращается в жидкое топливо при строго опре-

деленном режиме. Если бы можно было взглянуть на этот процесс через мощный микроскоп, можно было бы увидеть такую картину: молекула угля разрывается на «осколки» — бензин и дизельное топливо, а чтобы они «не срослись» снова, к ним присоединяется водород. Затем разделяют твердую и жидкую части. При этом твердую часть сжигают, чтобы уловить ценный катализатор, а жидкую — синтетическую нефть — перерабатывают обычным (как на нефтеперерабатывающем заводе) способом. В результате получают бензин, который обладает очень важной особенностью: его октановое число гораздо выше, чем у «нефтяного» бензина, следовательно, экологически он более чистый. Одно из главных достоинств такой технологии — снижение давления в 7 раз, что исключает необходимость создания толстостенного оборудования колоссальной металлоемкости.

Другой способ получения синтетического топлива из угля — это его газификация на большой глубине (до 350 м). Этот способ привлекает к себе внимание тем, что подземные пожары, на тушение которых уходит немало сил и средств, можно заставить служить людям. Этот способ получения топлива применяется на Южно-Абинской станции «Подземгаз» в Кемеровской области. Через каждые три года в скважину, пробуренную к угольному пласту, сыпают горящие угли. На глубине почти в треть километра под воздушным компрессорным вихрем костерок разрастается в бушующий огненный океан, раскаляет пласт до тысячи градусов, в считанные секунды превращая уголь в газ. Четыре кубических метра газа, полученные таким образом из каждого килограмма угля, по выводящим скважинам подают на поверхность. Отсюда газ по трубопроводу поступает в котельные промышленных предприятий. Гениальную идею превращения угля в газ в пластах, под землей, впервые высказал Д. И. Менделеев.

Коэффициент использования пластов, газификация которых проводится на предельной для шахт глубине, составил около 90%. Кроме того, при таком способе получения газа не надо возводить дорогостоящие наземные сооружения, вести проходку многокилометровых подземных выработок; здесь работают в пять раз меньше людей, чем на самой маленькой шахте, и никто из них никогда не спускался под землю. И еще одно существенное преимущество: газификация угля в недрах со-

хранят земную поверхность для сельхозработ, в то время как при шахтной (традиционной) добыче угля горы пород выворачиваются экскаваторами угольных разрезов на поверхность. Отвалы занимают огромные площади, а восстановление земель, как известно, требует немалых средств.

Однако в последние годы производство газа сокращается вследствие того, что содержащиеся в нем примеси не находят пока применения и переполняют отвалы. Газообразное же топливо, состоящее из восьми компонентов,— это целая кладовая химических элементов. При очистке треть объема газа (примесей) оседает. Осадок представляет собой смесь углеводородов и различных органических соединений (смолы)—ценнейшее сырье для различных отраслей промышленности. Например, только фенол, которого немало в осадке, мог бы найти применение в химической промышленности—для получения пластмасс, фотопроявителей, лаков, красителей, клеев, стройматериалов, игрушек, тары, радиодеталей.

Торф. Добыча торфа как источника энергии в широких масштабах может привести к отрицательным последствиям для окружающей среды. К ним, в частности, относятся нарушение режима водных экосистем, изменение ландшафта и почвенного покрова в местах торфодобычи, ухудшение качества местных источников пресной воды и загрязнение воздушного бассейна, резкое ухудшение условий существования животных. Значительные экологические затруднения возникают и в связи с перевозкой и хранением торфа.

Жидкое топливо. При сжигании жидких топлив (мазута) с дымовыми газами в атмосферный воздух поступают сернистый и серный ангидриды, оксиды азота, газообразные и твердые продукты неполного сгорания топлива, соединения ванадия, солей натрия, а также вещества, накапливающиеся на поверхности котлов и удаляемые затем при их чистке (накипь). С экологических позиций жидкое топливо по сравнению с твердым более «гигиеничное», так как при его получении полностью отпадает проблема золоотвалов; в продуктах сгорания жидких видов топлива отсутствует летучая зола.

Однако, как говорил великий русский ученый Д. И. Менделеев,—сжигать нефть—все равно, что топить печи ассигнациями. Поэтому доля использования жидкого топлива в энергетике за последние годы суще-

ственно снижается. Эта тенденция будет в дальнейшем усиливаться в связи с существенным расширением использования жидкого топлива в других областях народного хозяйства: на транспорте, в химической промышленности, в том числе в производстве пластмасс, смазочных материалов, предметов бытовой химии и т. д.

Нефть состоит из углеводородов (80—90%) и гетероорганических соединений (10—20%), в состав которых помимо углерода и водорода входят сера, азот, кислород и различные металлы, в первую очередь — ванадий. Они представляют большую ценность для химической промышленности, но в таком качестве практически не используются.

Значительная часть ценных соединений, концентрирующихся в высококипящих фракциях и остатках, попадает в мазут, гудрон, асфальт или в составе топлива сгорает в двигателях. Сероорганические и смолистые вещества, если их чрезмерно много в горючем, ухудшают его эксплуатационные свойства: в процессе горения образуются окислы серы, а также серная и сернистая кислоты. В течение года на Земле «вылетает в трубу» около $6,8 \cdot 10^9$ т углерода и $9 \cdot 10^7$ т серы. В пересчете на продукты сгорания — это $2,5 \cdot 10^{10}$ т диоксида углерода и $2,8 \cdot 10^8$ т серной кислоты.

При гидроочистке нефтяных фракций сероорганические соединения превращаются в соответствующие углеводороды. Это улучшает эксплуатационные свойства топлива. Одновременно выделяется сероводород, из которого легко получить серу, крайне необходимую народному хозяйству.

Ежегодно на промыслах и перерабатывающих заводах бесполезно сжигаются десятки миллиардов кубических метров сопутствующего газа. Для нефтяных регионов это источник дешевой энергии, которую можно использовать для получения водорода. А увеличив его содержание в нефти с 12—13 до 13,7—14%, удастся резко повысить ее качество. Для гидрооблагораживания тонны нефти потребуется всего 15—20 кг водорода.

Дешевле очищать мазут от серы на нескольких нефтепредприятиях, чем создавать сложнейшие и очень дорогостоящие очистные комплексы на сотнях электростанций. За рубежом действует хорошо отработанная технология обессеривания мазута до 1%.

Большое значение имеет экономия горючего. По это-

му пути пошли страны Запада в годы энергетического кризиса. В США благодаря созданию более экономичных двигателей с начала 80-х годов годовое потребление нефти за 5 лет снизилось на 200 млн т.

Природный газ по экологическим критериям является наиболее оптимальным топливом. В продуктах его сгорания отсутствуют зола, копоть и такие канцерогены, как бенз(а)пирен. Замена угля, сжигаемого в промышленных печах, газом повышает их производительность, коэффициент полезного действия, снижает затраты на обслуживание, улучшает качество конечных продуктов (металла, строительных материалов и др.) и что особенно важно — улучшает экологическую обстановку, особенно крупных городов.

При сжигании природного газа единственным существенным загрязнителем атмосферы является оксид азота. В то же время выброс оксидов азота при сжигании на ТЭС природного газа в среднем на 20% ниже, чем при сжигании угля. Это объясняется не свойствами самого топлива, а особенностями процессов их сжигания: коэффициент избытка воздуха при сжигании угля ниже, чем при сжигании природного газа. Таким образом, природный газ является наиболее экологически чистым видом энергетического топлива и по выделению оксидов азота в процессе горения.

В Узбекистане на газовое топливо переведена Ангренская ГРЭС и др.

Природный газ из подземных кладовых Каршинской степи поступает в город Ахангаран Ташкентской области. Действует участок трубопровода Сырдарьинская ГРЭС—Ташкент, а также участок газопровода от Ахангарана до Ташкента.

Самый мощный блок газоочистки производительностью 4 млрд м³ топлива в год пущен в эксплуатацию на Шуртранском газовом комплексе в 1989 г.

В январе 1989 г. прошел испытательный полет самолет ТУ-155, в котором в качестве топлива использован сжиженный природный газ. Топливный бак вмещает более 18 м³ сжиженного газа. За термоизолированными стенками этого бака диаметром 2,6 м и длиной около 8 м топливо может храниться при температуре —160°C до трех суток. Теплоизоляция так совершенна, что снаружи не образуется конденсата. Перед закачиванием

в бак газ очищается и сжижается специальной наземной установкой.

Для размещения на рейсовых самолетах емкостей с новым горючим предлагается использовать легко заменяемые подвесные баки под крыльями. Они не окажут существенного влияния на скорость самолета и дальность рейсов, зато выигрыш в экономичности за счет большей эффективности газообразного горючего будет велик.

Охрана окружающей среды — межотраслевая проблема. Решение ее невозможно без организации крупномасштабного производства пылегазоочистного оборудования, обеспечения электростанций качественным топливом. Необходимо установить экономические нормативы платы за выбросы вредных веществ в окружающую среду и превышение установленных их норм. При пересмотре цен на топливо следует исходить из его теплотворной способности и экологического влияния на природу. Многое предстоит сделать самим энергетикам по техническому перевооружению отрасли, по резкому сокращению вредных выбросов, по максимальному учету экологических требований.

Размещение ТЭС. Ряд ограничений и технических требований при выборе площадки под строительство диктуется экологическими соображениями. Во-первых, необходимо учитывать так называемый фон загрязнений, который обнаруживается в зоне работы ряда промышленных предприятий, а иногда и уже существующих электростанций. Если величина загрязнений в зоне предполагаемого строительства уже достигла предельных значений или близка к ним, вопрос о строительстве, например тепловой станции, должен быть решен отрицательно. Во-вторых, при наличии определенного, но недостаточно высокого фона загрязнений должны быть проведены подробные оценки, позволяющие сопоставить значения возможных выбросов от проектируемой тепловой станции с уже существующими в данном районе. При этом нужно учитывать различные по характеру и содержанию факторы: направленность, силу и периодичность ветров в этой местности, вероятность осадков, абсолютные выбросы станции при работе на предполагаемом виде топлива, конструкции топочных устройств, показатели систем очистки и улавливания выбросов и т. д. После сопоставления полученной суммарной (с учетом воздействия от проектируемой тепловой станции)

величины выбросов с предельно допустимой и должен быть сделан вывод о целесообразности строительства ТЭС.

При сооружении электростанций в городах или пригородах предполагается создание лесных полос между станцией и жилыми массивами, которые уменьшают воздействие шума на близлежащие районы, способствуют задержанию пыли при ветрах и в направлении жилых массивов.

Защита воздушного бассейна. Защита атмосферы от основного источника загрязнений ТЭС — диоксида серы — осуществляется прежде всего рассеиванием его в более высоких слоях воздушного бассейна. Для этого сооружаются дымовые трубы высотой 180, 250 и даже 420 м. Более радикальное средство сокращения выбросов диоксида серы — выделение серы из топлива до его сжигания на ТЭС.

На пути создания по-настоящему чистой электроэнергии немало трудностей. Существующие энергоустановки, прежде всего котлы, значительно уступают зарубежным по удельным выбросам вредных веществ в атмосферу. В ближайшие годы намечаются поставки энергетических установок комплектно с необходимым пылегазоочистным оборудованием.

Создание газоочистного оборудования предусматривает в частности внедрение мокроизвестняковой сероочистки, комплектных автоматизированных эмульгаторных установок для очистки газов от золы и окислов серы на новых и реконструируемых электростанциях, а также устройств по подавлению образования окислов азота в котлах при сжигании топлива. Намечено создание головных сероулавливающих, азотоочистных и золоулавливающих установок для предприятий электроэнергетики. На очереди создание энергоблоков, оснащенных всеми системами очистки дымовых газов, применение котлов с циркулирующим кипящим слоем, бессточных систем водоподготовки, повторное использование очищенных сточных вод.

В настоящее время внедряется комбинированная система золоулавливания: труба Вентури — скруббер — электрофильтр. С ее помощью удастся достичь степени очистки дымовых газов от золы не менее чем на 99,7%.

В Аргоннской национальной лаборатории (США) получено новое химическое средство (добавлением же-

леза к гексаметиленetetрамину — химическому веществу, исходными материалами для производства которого служат аммиак и формальдегид), применяющееся для удаления окислов азота из дымовых газов тепловых электростанций, работающих на угле, а также в качестве одного из компонентов при удалении из дымовых газов диоксида серы. Новое средство обеспечивает извлечение из дымовых газов более 70% окислов азота и свыше 90% диоксида серы. Как показали расчеты, благодаря использованию новинки стоимость удаления окислов азота составляет около 12% затрат, идущих на содержание существующих систем, в которых используется дорогостоящее оборудование для распыления аммиака и введения катализаторов.

Прогрессивные технологии сжигания угля позволяют практически полностью избавиться от выбросов дыма, токсичных металлов, окислов азота и серы, порождающих кислотные дожди, значительно уменьшить выделение углекислого газа — основного агента «парникового эффекта». К таким технологиям относится, например, сжигание низкокалорийных углей в «кипящем слое». При таком сжигании в печь помещается слой из мелких инертных частиц типа песка или золы. Снизу сквозь эту подушку подается нагретый воздух, который поднимает слой частиц так, что они как бы «вспениваются», подобно кипящей воде. Частицы подушки нагреваются до свечения горящим в потоке воздуха газом или нефтяным факелом, непрерывно подпрыгивая. Слой раскаляется, и любой горючий материал, помещенный на него, мгновенно воспламеняется и горит. Тепло, выделяемое при этом, начинает поддерживать температуру подушки, так что подачу топлива, с помощью которого печь разжигали, можно теперь прекратить. Постоянные соприкосновения перемешивающихся частиц обеспечивают высокую подачу тепла.

При низкой рабочей температуре — около 850°C — значительно снижается образование оксида азота. Если топливо содержит серу, в подушку могут быть добавлены минералы, содержащие кальций, например, известняк или доломит: оксид серы реагирует с кальцием, образуя твердый сульфат кальция. При этом подушка поглощает более 90% серы. Это гораздо проще, чем улавливать ее в виде ядовитого газа. Подушка работает и как аккумулятор тепла: даже холодное и влажное низкока-

чественное топливо не гасит горение. Эти установки позволяют работать на угле с высоким содержанием золы и серы в угольных отходах.

Для подавления оксидов азота в продуктах сгорания применяются технологические методы. Перспективным является метод 3-ступенчатого сжигания угля с восстановлением оксидов азота в топке продуктами неполного сгорания, при котором на всех водогрейных котлах будут установлены горелки 2-ступенчатого сжигания газа, позволяющие в 2 раза снизить выбросы оксидов азота.

Большие выгоды сулит использование в качестве топлива высококонцентрированной водоугольной суспензии. Выбросы оксидов азота при ее сжигании снижаются на 30—40%.

Защита водного бассейна — уменьшение отрицательного влияния сбросного тепла на водные бассейны — может быть обеспечена различными путями: организацией водохранилищ-охладителей вне водотоков, использованием малопродуктивных озер, реконструкцией мелких или засоленных озер и т. д. Целесообразно внедрять такие схемы использования водохранилищ, которые позволят применять холодную воду придонных слоев, создавать в водохранилищах-охладителях экологическое равновесие с целью разведения теплолюбивых рыб, дополнительно охлаждать воду перед ее сбросом в водоем и т. д. В среднем на 1 кВт установленной мощности ТЭС необходимо 5—8 м² поверхности водохранилища.

Санитарными нормами предусмотрено повышение температуры воды в водоеме на 3°C по сравнению с максимальной среднемесячной. Это достигается в основном двумя путями — ускорением процесса смешения тепловых сбросных вод со всей массой воды водоема (учитывая гидрологический фактор) и созданием замкнутых оборотных систем водоснабжения (путем сооружения градирен, обеспечивающих охлаждение воды до требуемой температуры и последующий возврат ее на ТЭС).

Использование шлака и золы. Для сооружения крупных ТЭС необходима площадь около 2—3 км², не считая золоотвалов и водохранилищ-охладителей. С учетом шлакоотвалов, карьеров, подъездных дорог и вспомогательных построек занимаемая электростанцией площадь увеличивается до 3—4 км². На этой территории изменяется рельеф местности, нарушаются

характеристики поверхностного стока вод, структура почвенного слоя и экологическое равновесие.

Для высвобождения десятков тысяч гектаров земель, занятых отвалами золы, и их рекультивации предусматривается создание на ряде ГРЭС крупных комплексов по переработке уловленной золы, а также использование в производстве стройматериалов, в дорожном строительстве и в сельском хозяйстве (для раскисления почв) золы и шлаков ТЭС.

Одно из новых направлений комплексного использования твердого топлива — получение промышленно ценных сплавов и сырья для строительной индустрии из шлаковых расплавов (например, получение из золы — гранул, которые в дальнейшем будут применяться в промышленном строительстве (использование золы и шлаков после частичной переработки в качестве заполнителя бетона и др.).

МГД (магнитогидродинамические)-электростанции. Внедрение МГД-электростанций позволит резко сократить вредные выбросы в атмосферу (золы, пыли, дыма, теплоты), в полтора-два раза уменьшить потребность в охлаждающей воде в сравнении с чисто тепловыми станциями.

В МГД-генераторе проводником служит поток электропроводящей плазмы. Взаимодействие электрического тока, протекающего через плазму, с магнитным потоком создает силу, тормозящую движение плазмы по каналу. В результате кинетическая энергия потока плазмы превращается в электрическую энергию.

Первая в мире промышленная МГД-электростанция (МГДЭС) строится в Российской Федерации (под Рязанью). Она будет работать не автономно: МГД-блок на 250 МВт станет как бы надстройкой к обычной паросиловой ТЭС. Такой симбиоз с обычной теплоэнергетикой, комплексность выгодны и технически, и экономически. По сравнению с обычными ТЭС к. п. д. МГДЭС на 10—15% выше. В перспективе его можно повысить до 60%.

Есть у МГДЭС и еще одно важное преимущество перед обычными ТЭС, которое в некотором отношении даже ценнее, существеннее, чем повышение к. п. д.: возможность глубокой и дешевой очистки уходящих газов от вредоносных для всего живого оксидов серы (сернистого газа). Система десульфуризации присадки на

МГДЭС практически безотходна. Она не только радикально решает проблему надежной защиты атмосферы от попадания в нее оксидов серы, но и может стать поставщиком товарной серы.

Водородная энергетика. Широкое использование водорода в качестве источника энергии будет способствовать сохранению чистоты окружающей среды, поскольку в процессе его сгорания выделяется чистейший водяной пар.

Характеристики водорода как моторного топлива уникальны: высокая теплота сгорания — 120 МДж/кг (у бензина и нефти почти в 3 раза ниже), хорошая воспламеняемость, безвредность отработавших газов, высокая скорость сгорания (в 4 раза больше, чем для смеси «бензин — воздух»).

Ресурсы сырья для получения водорода практически безграничны. Во всем мире в год производится около 50 млн т водорода, то есть примерно 200 млн тонн условного топлива, путем конверсии жидкого и газообразного топлива. Под *конверсией* понимают химическую реакцию углеводородов с водяным паром (паровая конверсия) либо с паром и кислородом (паро-кислородная конверсия), либо с кислородом (кислородная конверсия), в результате чего образуются водород и оксиды углерода. Наибольшее распространение получила паровая каталитическая конверсия метана. Процесс протекает при умеренной температуре — 800—850°C.

На производство водорода в мире расходуется более 250 млн т условного топлива в год (жидкого и газообразного), а на рубеже 2000 г. понадобится уже более 500 млн т. На первую четверть XXI в. прогнозируется рост производства и потребления водорода в мире в несколько раз по сравнению с сегодняшним уровнем.

Существует ряд перспективных методов получения водорода, например, путем электролиза воды. Этим способом ежегодно получают от 0,5 до 1,5 млн т водорода (1—3% общего количества). Электролизный водород обходится более чем в 2 раза дороже конверсионного. Но, по прогнозам специалистов, при использовании промышленных электролизеров следующего поколения за счет электроэнергии от АЭС и ГЭС в ближайшем будущем электролизный водород по стоимости может сравняться с конверсионным, а затем стать дешевле.

Важным свойством водорода как энергоносителя яв-

ляется то, что в результате его сгорания образуется водяной пар — рабочее тело паротурбинных установок. Поэтому использование водорода в энергетике на первом этапе может быть связано с усовершенствованием современных энергопроизводящих систем без их коренной перестройки.

Водород уже сегодня косвенно используется в энергетике — при глубокой переработке нефти и в процессе производства синтетических жидких топлив.

В авиации применение жидкого водорода в качестве топлива позволяет снизить взлетную массу самолета при заданной дальности полета и массе полезного груза, уменьшить размеры и массу двигателей, удельную нагрузку на крыло и размеры крыла, значительно увеличить скорость и высоту крейсерского полета, а при одинаковом взлетном весе — дальность полета.

Водород — идеальное топливо для сверх- и гиперзвуковых пассажирских и транспортных самолетов. При его использовании значительно уменьшаются вредные выбросы в атмосферу. Однако как горючее водород имеет ряд недостатков: он более взрывоопасен, чем, например, метан, в то же время его объемная теплопроводность (т. е. количество калорий на 1 м^3) в 3 раза меньше, чем у природного газа; в природе водород не встречается в свободном виде, а его получение требует крупных энергозатрат и обходится недешево по сравнению с природным топливом. Несмотря на это применение водорода как топлива не только полезно с экологической точки зрения, но и вполне экономически оправдано. Так, использование в двигателях автомобиля бензина с 10%-й водородной добавкой позволит улучшить экологическую обстановку в крупных городах и снизить себестоимость горючего.

В перспективе намечается использование водорода не для нужд энергетики, а для технологии: для снижения экологически вредных выбросов в атмосферу, приводящих к кислотным дождям и в итоге — к повышению заболеваемости людей и разрушению плодородия почвы; вместо углекислого газа и кислорода использовать водород для восстановления окислов железа из сульфидных руд.

В настоящее время ученые разрабатывают новую геохимическую модель Земли, согласно которой силикатная мантия сжимается до трехсоткилометровой про-

слойки. Под ней залегают бескислородные соединения и сплавы, а ядро предстает огромным складом водородистых соединений металлов-гидридов. Если гидридность Земли подтвердится, то человечество будет обеспечено экологически чистым топливом. И одним из его источников могут стать бескислородные соединения и сплавы кремния и магния. Схема получения энергии будет примерно следующая: добавляя к бескислородным смесям воду (то есть окисляя их), получаем тепло и водород. Сжигая водород, возвращаем затраченное количество воды и вновь получаем тепло. Как подсчитали ученые, при таком теплотворном цикле достаточно территории в десять квадратных километров, чтобы удовлетворить половину энергетической потребности СНГ.

ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

Проблемы атомной энергетики сегодня волнуют миллионы людей. Мнения высказываются самые различные и иногда прямо противоположные: одни — за ее дальнейшее развитие, другие — за ликвидацию всех имеющихся АЭС, за прекращение строительства новых. Это связано с Чернобыльской катастрофой, подорвавшей доверие человечества к надежности АЭС.

По состоянию на начало 1989 г. в мире эксплуатировалось 416 энергоблоков АЭС, в стадии строительства — 108. По абсолютной энергетической мощности АЭС первое место занимают США, второе — Франция, третье — страны Содружества.

На долю ядерной энергетики в настоящее время в мире приходится 16% производства электроэнергии. Чтобы произвести такое ее количество, используя органическое топливо, потребовалось бы дополнительное количество, например, угля, равное тому, сколько сейчас используют США, или нефти, что добывает Саудовская Аравия.

Выработка электроэнергии на АЭС — это наиболее экологически чистый источник получения энергии и на сегодняшний день — единственный способ производства энергии, при котором не выделяется углекислый газ (оксид углерода). С помощью ядерной энергетики можно обезопасить нашу планету от загрязнения миллионами тонн оксидов углерода, азота и серы, которые выбрасываются ТЭЦ, перестать сжигать в огромном количестве кислород.

На рис. 15 показаны основные технологические этапы получения и использования атомной энергии.

АЭС имеют ряд преимуществ:

1) во многих странах электроэнергия, производимая на атомных электростанциях, значительно дешевле, чем на соответствующих станциях, работающих на нефти, газе, а в некоторых странах — даже на угле;

2) независимость страны в снабжении электроэнергией внутренних потребителей от возможных потрясений на мировых рынках. Наряду с этим использование ядерной энергии для производства электроэнергии позволяет экономить природные энергоисточники;

3) использование ядерной энергетики взамен ископаемых видов топлива (угля, газа и нефти) позволяет рационально использовать последние — как ценнейшее сырье для промышленности;

4) ядерная энергетика — одна из наиболее экологически чистых: воздействие ядерных источников энергии на окружающую среду при нормальной их работе гораздо меньше, чем других источников. Так, отработавшего ядерного топлива в количественном отношении меньше токсичных тяжелых металлов, выбрасываемых в окружающую среду при сжигании угля для производства

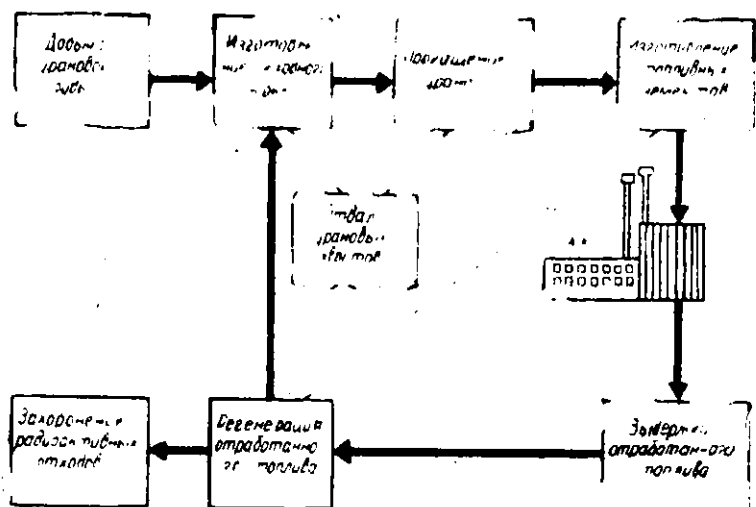


Рис. 15. Основные технологические этапы получения и использования атомной энергии.

такого количества электроэнергии. Кроме того, отработавшее ядерное топливо непременно изолируется от биосферы (отходы «хоронят»), а отходы от сжигания угля свободно выбрасывают, засоряя тем самым окружающую среду.

Высокоактивные отходы ядерной энергетики — это отработавшие тепловыделяющие элементы (кассеты), и захоронение их — одна из острых проблем. Существует целый ряд технологий обработки и захоронения высокоактивных радиоактивных отходов. Задача состоит в том, чтобы решить, какой подход из нескольких возможных следует выбрать, а также определить, когда его выбрать.

Негативное воздействие АЭС на окружающую среду и здоровье человека сравнительно невелико (хотя после Чернобыльской аварии отношение к АЭС стало настороженным): например, в расчете на 1 млн. человек от непосредственных и более отдаленных последствий аварий на АЭС умирает ежегодно в среднем соответственно 0,01 и 0,02 человек, в то время как от рака, заболевание которым не связано с функционированием АЭС, — 2700 человек, в результате аварий в шахтах — 540 человек и т. д. Годовая доза радиоактивного излучения на нормально работающей АЭС в 300 раз ниже годовой дозы космического излучения. Негативное воздействие ТЭС на окружающую среду (выбросы диоксидов серы, углерода и других веществ) оценивается как существенно более значительное.

За время существования атомных станций случилось три крупные ядерные катастрофы: в 1957 г. в Уиндской (Великобритания) произошла авария в реакторе с выбросом радиоактивных продуктов деления, в 1979 г. — на АЭС «Тримайл Айленд» и в 1986 г. — на Чернобыльской АЭС с выбросом большого количества радиоактивных веществ в окружающую среду. Авария на Чернобыльской АЭС резко обострила проблемы дальнейшего развития атомной энергетики в мире. Люди убеждены, что аварии на реакторах любого типа приводят к тяжелым последствиям для населения, проживающего вблизи АЭС, и чрезвычайно трудно убедить их в обратном.

В Швеции в эксплуатации находятся 12 реакторов. В 1986 г. впервые в стране на долю ядерной энергетики пришлось 50,3% от всей вырабатываемой электроэнергии. Еще в 1979 г. после аварии на американской станции «Тримайл Айленд» правительство Швеции объявило

референдум по вопросу атомной энергетики. Были выдвинуты три проекта. По первому проекту, за который проголосовало 22%, все реакторы Швеции должны были полностью отработать свой ресурс. Второй проект, собравший 39% голосов, предусматривал постепенный вывод из эксплуатации всех реакторов, не дожидаясь конца срока службы. Третий проект, тоже собравший 39% голосов, предусматривал использование 6 реакторов в течение 10 лет, а затем полный отказ от АЭС.

Чернобыльская авария только утвердила общественность страны в правильности выбранного пути. Правительство Швеции продолжает неотступно следовать долгосрочному плану постепенного отказа от атомной энергетики. Однако осуществление его зависит от наличия альтернативных источников энергии.

Противоположный пример. Во Франции с населением около 51 млн человек — 49 реакторов, еще 14 строятся и один планируется. Доля атомной энергетики в общем энергопроизводстве страны составляет 73%. После аварии на Чернобыльской АЭС тенденции к снижению темпов развития атомной энергетики во Франции не наблюдается, в стране сооружается в среднем один реактор за полтора года. Для строительства АЭС, которые обычно располагаются вблизи крупных городов и водных артерий, необходимо согласие местного муниципалитета. Кроме того, создается специальная комиссия из представителей общественности по изучению этого вопроса. И только тогда, когда общественность примет положительное решение, начинается строительство. При каждой атомной станции существует служба информации, одной из основных задач которой является постоянная связь с общественностью, средствами массовой информации. Причем упор делается на связь именно с местной общественностью.

Во Франции атомная энергетика существует уже более 40 лет, и никогда не было ни одного несчастного случая. В 1989 г. здесь создан независимый комитет по предупреждению различных видов технологического риска.

Быстро развивается японская атомная энергетика. Это тем более показательно, что еще 15—20 лет назад в мире не было нации с более сильными антиядерными настроениями, чем японцы, пережившие ужас Хиросимы и Нагасаки. Но здравый смысл возобладал. Крупнейшая

АЭС мира «Фукусима» (10 блоков общей мощностью 9 млн киловатт) расположена в районе райской зеленой долины на побережье, и к ней нет даже железнодорожной ветки. Изредка приходят автотрейлеры с топливом — и все. А если заменить ее угольной ТЭС? К чему привело бы сжигание такого количества топлива в одном месте, понятно хотя бы на примере Экибастуза.

Большое внимание уделяет развитию атомной энергетики и Индия. С пуском первого агрегата мощностью 235 МВт вступила в строй действующих четвертая в стране Нарорская атомная электростанция в штате Уттар-Прадеш. Помимо четырех действующих в Индии строятся три другие атомные электростанции. Правительство приняло решение о создании еще нескольких атомных электростанций с четырьмя блоками по 235 МВт и шестью блоками на 500 МВт. Всего же к концу века, по планам департамента атомной энергетики, установленная мощность атомных электростанций Индии должна достигнуть 10 тысяч мегаватт, что составит 10% всех энерго мощностей страны.

На территории Чехии и Словакии, где атомные электростанции дают каждый четвертый киловатт-час, а к концу века на АЭС будет вырабатываться половина электроэнергии, концерном «Шкода» разработана не имеющая аналогов в мире система контроля атомных электростанций — «СОС» («специальная защитная система»). Принцип работы этой защитной системы состоит в непрерывном тестировании датчиков — этого наиболее уязвимо го звена подобных систем, что избавляет от необходимости профилактических проверок. Если что-то случится с датчиком «СОС», система сама немедленно примет решение: скажем, даст на ремонт десять минут и, если потребуется, отключит реактор. Одновременно эта система исключает вмешательство в технологию. Благодаря применению непрерывного самотестирования и элементов искусственного интеллекта удалось уменьшить размеры прибора (электронная часть помещается в двух небольших настенных шкафах).

Анализ трагедии в Чернобыле, проведенный в разных странах, а также уроки аварий, которые происходили в прошлом, показывают, что ядерная технология сегодня находится на том этапе, когда уже можно создавать и строить АЭС, на которых в принципе исключена катастрофа с выходом радиоактивных веществ.

Можно по-разному относиться к АЭС, однако их существование в ближайшие годы — объективная реальность, поскольку развитые страны с большой численностью населения в обозримом будущем из-за экологических проблем не смогут обойтись без атомной энергетики даже при достаточных запасах обычных видов топлива. Всем, особенно тем, кто живет вблизи атомных станций, хочется знать, насколько опасна эта реальность. Пока что любая остановка блока на АЭС, пусть даже плановая, воспринимается населением как чрезвычайное происшествие.

А ведь похожие проблемы давно уже решены применительно к стихийным бедствиям. Разработаны шкалы для оценки стихий: 12-балльная — для силы ветра и 9-балльная — для землетрясений. Для каждого уровня как первой, так и второй шкалы имеются точные количественные определения (по скорости ветра, по вибрационному ускорению грунта).

Необходимость разработки шкалы тяжести событий на АЭС была осознана физиками после ряда аварий на атомных станциях — как средство для информирования общественности. В странах, развивающих атомную энергетику, появились свои варианты шкалы, наиболее известная из которых — французская.

В 1989 г. на базе французского варианта под эгидой Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) была разработана Международная шкала, которая содержит 7 уровней:

1. Незначительные происшествия на АЭС.
2. Происшествия средней тяжести.
3. Серьезные происшествия.
4. Аварии в пределах АЭС.
5. Аварии с риском для окружающей среды.
6. Тяжелые аварии.
7. Глобальная авария (катастрофа).

Не случайно первые три уровня называются происшествиями (инцидентами), а последние четыре — авариями. Дело в том, что значительную опасность для здоровья персонала и населения, а также для окружающей среды могут представить лишь события, относящиеся к последним четырем уровням. Для наглядности приведем несколько примеров.

Чернобыльская катастрофа — беспрецедентная авария в атомной энергетике, приведшая к крупномасштабным

воздействиям на окружающую среду и здоровье населения в целом регионе. Поэтому она относится к высшему, 7-му, уровню шкалы.

В 1979 году произошла авария в США на АЭС «Три-майл Айленд», вызвавшая серьезное повреждение активной зоны реактора. Несмотря на это выброс радиоактивных продуктов за пределы станции был незначительным, что дает основание классифицировать эту аварию 5 баллами.

В 1989 году на испанской АЭС «Вандельос» возник пожар, который привел к повреждению систем безопасности станции. Хотя повреждений активной зоны и внешнего выброса радиоактивности не случилось, риск таких событий заметно увеличился. И эксперты отнесли этот инцидент к 3-му уровню.

Большинство происшествий на АЭС в странах Содружества, о которых сообщалось в сводках Госпроматомнадзора, заняли бы места не выше первых двух уровней шкалы МАГАТЭ. Например, 22 июля 1990 г. на Смоленской АЭС из-за теплового нагрева возникло очаговое возгорание наружного высоковольтного кабеля. Сработала аварийная защита. В результате произошла автоматическая остановка блока с его последующим расхолаживанием. Все системы безопасности работали нормально и остались в режиме готовности. Радиационная обстановка на АЭС и на окружающей территории также была в норме. Пострадавших при ликвидации огня не было. Поэтому произошедшее следует отнести к нулевому баллу (ниже минимального уровня шкалы). Инциденты «силой» до 3 баллов не представляют серьезной опасности для населения.

Международное агентство — это тот самый инструмент, посредством которого можно обеспечить высокий и стабильный уровень ядерной безопасности на АЭС во всем мире.

Судьба атомной энергетики зависит прежде всего от того, как ученые и специалисты смогут отстоять тот или иной проект, как убедят людей, что без новой АЭС их жизнь станет хуже. И в то же время необходимо избавиться от эмоций, тщательно анализировать реальную ситуацию, сложившуюся на планете. И хотим мы этого или нет, но наступила новая эра в истории цивилизации, в которой не обойтись без космических ракет, АЭС и электроники. Однако нужно широкое информирование

населения о тех или иных достоинствах и недостатках АЭС, о сбоях на ней. Достоянием общественности должно стать все, что происходит в различных направлениях применения энергии ядра, причем на понятном всем языке. Это сегодня очень важно. Люди справедливо стремятся поставить под свой контроль все отрасли народного хозяйства, особенно те, которые влияют на экологическую ситуацию в стране, а также технологии. А поскольку уровень информированности населения о ядерной энергетике, в силу различных причин попавшей в разряд опасных отраслей, крайне низок, то зачастую распространяются многие некомпетентные суждения относительно этого вида энергии. Так, во время пожара на Игналинской АЭС, возникшего в результате загорания кабелей в помещении под щитом управления, сработала автоматическая система аварийной защиты. Реактор был остановлен и пожар потушен. Однако население недоверчиво отнеслось к ведомственным оценкам. Поэтому был приглашен директор департамента ядерной безопасности МАГАТЭ Морис Розен, который заявил, что станция вполне надежна, два реактора продолжают работать, а строительство третьего блока пришлось законсервировать.

Резко выступала общественность против строительства Крымской атомной станции, расположенной в зоне повышенной сейсмичности. Ученые-эксперты сочли, что землетрясения, аналогичные возникавшим здесь прежде (а следы таких землетрясений интенсивностью 9 баллов были обнаружены), могут повториться в пределах зоны размещения Крымской АЭС. Конечно, вероятность столь сильного землетрясения в ближайшие десятилетия мала, но ее нельзя игнорировать при сооружении такого ответственного и потенциально опасного объекта, как атомная станция. Ученые-эксперты обратили внимание и на другую геологическую опасность для станции: она расположена вблизи подземного купола, в ядре которого создается высокое давление, что может привести к деформациям земной поверхности и грязе-газовому вулканизму. Их непосредственное воздействие на сооружение АЭС по своим разрушительным последствиям может превзойти ожидаемые сейсмические воздействия.

Неразумность сооружения Крымской АЭС с экологической и социально-экономической точек зрения (строительство объекта в курортной зоне) признали также

специалисты Научного совета АН по проблемам биосферы.

Во время катастрофического землетрясения (в декабре 1988 г.) на площадке Армянской АЭС были зафиксированы толчки мощностью около 6 баллов. Стало быть, не только неполадки на самой АЭС, но и стихия может дать новый Чернобыль. После прекращения землетрясений станция продолжала нести полную нагрузку на обоих энергоблоках. Запас прочности для данной АЭС принят с учетом сейсмичности ее площадки. Это общепринятый в мировой практике подход при строительстве станций в сейсмоопасных районах (скажем, атомная энергетика Японии практически вся связана с сейсмичностью более 8 баллов). На таких станциях предусмотрены дополнительные меры безопасности.

В августе 1989 г. прекращена эксплуатация исследовательского атомного реактора Института ядерной физики АН Казахстана. Никаких сбоев в его работе не было. На такой шаг пошли с единственной целью — провести новую тщательную экспертизу установки, с тем чтобы лишний раз убедиться в ее безопасности для более чем миллионного населения Алматы. К тому же в последнее время на юге Казахстана отмечено повышение сейсмической активности.

После аварии на Чернобыльской АЭС проведена большая работа по ее безопасности. Специалисты главной задачей считали обеспечение внутренней безопасности активной зоны реактора. У водно-графитового реактора РБМК был конструктивный недостаток, из-за которого он мог самопроизвольно разогнаться. Сейчас он устранен. Изменив нейтронно-физические характеристики реактора, конструкторы добились более благоприятного соотношения урана и графита. Модернизировано управление защитой. Исключен ввод положительной реактивности при перемещении стержней аварийной защиты из любого положения. Стержни, гасящие нейтронный поток, теперь можно погрузить не за 18, а за 12 секунд. А на Игналинской и других АЭС испытывается система, обеспечивающая их погружение всего за 2 секунды. Такая защита страхует от самых невероятных аварийных ситуаций — даже при малейшем сомнении реактор можно затормозить в сущности мгновенно. Выполненные работы позволили существенно повысить

надежность эксплуатации АЭС и техническими мерами исключить возможность повторения аварии.

Техника повышенной опасности не терпит психологии «стрелочника». На его месте должен быть человек, полностью сознающий свою ответственность за чужую жизнь. Поэтому после чернобыльской аварии на всех АЭС СНГ проводилась переаттестация всего обслуживающего персонала с обязательной проверкой психофизиологических качеств. В отрасли созданы учебно-тренировочные центры, позволяющие имитировать на тренажерах аварийные ситуации, обучать, экзаменовать. В 1988 году специальную подготовку прошли две тысячи работников атомных станций. Создан центр надежности, который обобщает и анализирует информацию об отказах и позволяет выявлять слабые места. Проектируются новые станции с более надежными реакторами типа ВВЭР, уменьшающими риск даже при таких авариях, вероятность которых просто ничтожна. В частности вводятся специальные ловушки, собирающие топливо в случае его расплавления. При недопустимом повышении давления в защитной оболочке предусматривается его сброс через систему фильтров. По таким проектам начнут вводить станции после 1995 года.

Для обеспечения безопасности работы АЭС предлагается подземное их строительство. Как показывает зарубежный опыт, подземное расположение АЭС (в США, Канаде, Японии, Германии, скандинавских странах составляющее более 30%) создает возможность обеспечения максимальной их безопасности независимо от любых привходящих факторов, которыми еще не научились управлять (аварии, стихийные бедствия, диверсии и т. д.). Едва возникла такая идея, как появились опасения относительно такого расположения АЭС, непредсказуемости поведения «ядерного джина», загнанного в бутылку. Но опасения эти абсолютно беспочвенны. Скальные массивы уже при глубине заложения станции свыше 50 м в сотни раз надежнее оболочки из железобетонных конструкций наземных объектов.

Но зачем помещать под землю всю станцию? Достаточно заглубить самую опасную часть — реакторное отделение с системой защиты, естественно, предусмотрев при этом всевозможные средства локализации продуктов возможной аварии — ловушек и специальных перекрытий коммуникаций, выходящих на поверхность. В этом

случае опасность радиоактивных выбросов в окружающую среду при аварии в принципе можно свести к нулю.

Подземный вариант дает возможность наращивать мощности атомной энергетики параллельно с созданием более безопасных реакторов нового поколения. К тому же обеспечивается экологически чистое производство энергии, а вместе с ним устраняется и питательная среда для радиофобии, то есть психологической «аллергии» на подобные объекты. Со строительством ПАЭС создается принципиально новая система безопасности в атомной энергетике уже при существующем уровне техники.

Решающее значение в атомной энергетике имеет разработка АЭС повышенной безопасности. Чем раньше это будет сделано, тем быстрее удастся снять основные возражения общественности против атомных электростанций, которым в ближайшем будущем нет альтернативы. Завтрашний день отрасли — это разумное сочетание тепловых, гидравлических и атомных станций.

В 1989 г. подписаны учредительные документы Московского центра Всемирной ассоциации организаций, эксплуатирующих атомные электростанции, — ВАО АЭС. Согласно этим документам страны — члены ассоциации — будут изыскивать способы повышения безопасности и надежности ядерной энергетики, сравнивать, отбирать для внедрения наиболее эффективные решения, направленные на совершенствование технических средств и оборудования, делиться достижениями в диагностике и ремонте систем АЭС, опытом подготовки персонала атомных станций. Ассоциация как бы станет деловым клубом специалистов по атомной энергетике. Все региональные центры этой организации (а их четыре — в Париже, Токио, Атланте и Москве; в Лондоне — координационный центр) планируется объединить единой компьютерной системой, а доступ в банк данных открыть для всех членов ВАО. Группы экспертов с одной атомной станции будут иметь право беспрепятственно посещать любую другую.

Создание ВАО можно рассматривать как итог осознания специалистами сложности и важности всех проблем ядерной энергетики.

Атомные станции теплоснабжения (АСТ) и атомные ТЭЦ (АТЭЦ). На производство тепла в СНГ расходуется примерно 30% топливно-энергетических ресурсов, что в 1,5 раза больше, чем идет на выработку электро-

энергии. Причем на теплоснабжение направляется в основном высококачественное органическое топливо (газ, мазут). По оценкам специалистов через какие-нибудь 15—20 лет годовая потребность только в низкопотенциальном тепле (с температурой до 150°C) составит 7 млрд МВт·ч. Чтобы его получить, пришлось бы сжечь, например, практически всю добытую за год нефть. Поэтому сейчас очень важно найти иные источники тепловой энергии. И здесь на первое место выдвигается ядерная энергия.

АСТ и АТЭЦ должны вырабатывать низкопотенциальное тепло для отопления и горячего водоснабжения. Но если АТЭЦ производит тепло и электроэнергию, то АСТ дает только тепло. Для одной АТЭЦ мощностью 1 млн кВт требуется в сутки 16 кг ядерного топлива вместо железнодорожного состава с мазутом, а с углем — и того больше. Кроме того, применение атомной энергии для централизованного теплоснабжения в городах значительно уменьшит загазованность воздуха.

В реакторной установке АТЭЦ образуется пар высокой температуры (такой же, как на АЭС). Это значит, что для обеспечения надежности и санитарных норм потребуются такие же большие затраты, как и при сооружении АЭС. Кроме того, сооружение протяженных тепловых трасс (по нормам не менее 20 км) до крупных населенных пунктов увеличивает общие капиталовложения на теплоснабжение от АТЭЦ. Температура в реакторе АСТ около 200°C, поэтому допустимы более дешевые технические решения. С помощью АТЭЦ может решаться проблема централизованного теплоснабжения ряда промышленно-городских агломераций, расположенных на расстоянии до 50—60 км. Задачи же АСТ скромнее: такие станции предполагается использовать для снабжения рассредоточенных потребителей с тепловой нагрузкой 1,5—2 ГВт и в качестве дополнительного источника тепла в крупных системах централизованного теплоснабжения. В несколько раз меньшая площадь промплощадки, меньшая потребность в воде, возможность размещения вблизи городов — все это позволяет «вписывать» АСТ в уже сложившуюся инфраструктуру. Важно отметить, что АСТ и АТЭЦ не конкурируют, а дополняют друг друга.

А что же будет с традиционными котельными и ТЭЦ, работающими на органическом топливе? Те из них, ко-

торые являются технически совершенными, будут вытеснены атомными источниками из области базисной нагрузки в пиковую и резервную, а наименее экономичные, как правило, наиболее мелкие и устаревшие источники тепла будут демонтироваться.

Основное требование к атомным источникам тепла — надежность и удовлетворение санитарным нормам. Исходя из этого и выбираются все технические решения.

Для АТЭЦ и АСТ эффективными считаются водяные реакторы, в которых теплоносителем и замедлителем служит вода. Подобные реакторы работают на многих АЭС. В случае применения двухконтурной системы подогрева (вода, нагретая в реакторе, передает тепло в промежуточный теплообменник второго контура) для атомного теплоснабжения принимается трехконтурная система. Это означает, что воду, которая циркулирует в активной зоне, и ту, которая поступает в сеть, разделяет еще один промежуточный контур. Такое решение усложняет конструкцию, но оно обязательно для соблюдения санитарных норм.

Чтобы эффективно защитить окружающую среду от радиоактивных загрязнений, а реакторную установку от внешних воздействий, реакторы, радиоактивное оборудование, бассейны, где содержится отработанное топливо, закрывают герметичными оболочками.

На АТЭЦ и теплоснабжающих АЭС подогрев сетевой воды, отправляемой потребителям, производится паром, отбираемым от турбины. Его давление не более 10 кг/см^2 , что ниже давления сетевой воды (16 кг/см^2). Поэтому, если даже возникает течь радиоактивного пара из первого контура во второй, которая не будет обнаружена системами радиационного контроля (случай крайне маловероятный), и если сетевые теплообменники окажутся негерметичными, то и в этом случае радиоактивность из второго контура не попадет в сетевую воду.

Большое значение для вновь строящихся АЭС и АТЭЦ имеет выбор площадки для строительства с учетом множества факторов: экономические потребности района, обеспеченность его трудовыми и материальными ресурсами; природные условия; распределение населения; размещение и концентрация мощностей атомных станций в соответствии с требованиями соблюдения безопасности и экологии. Конкретные решения по размеще-

нию ядерных объектов принимаются на правительственном уровне.

После Чернобыля критерии размещения АЭС были конкретизированы в виде допустимого расстояния от АЭС, АТЭЦ, АСТ до городов, объектов культуры, здравоохранения, национальных зон отдыха, биосферных и исторических заповедников в зависимости от численности населения города и мощности станции. В частности площадки для строящихся АЭС и АТЭЦ должны выбираться не ближе 25 км от городов с численностью более 100 тысяч жителей, а для АСТ — не ближе 5 км от крупных городов. При этом ограничивается суммарная мощность станций: для АЭС — 8 млн кВт, для АСТ — 2 млн кВт.

АЭС на быстрых нейтронах. В применяемых реакторах на медленных нейтронах сжигается менее одного процента урана, добываемого из недр земли; остальные же — более девяноста девяти — идут в отвалы. А запасы урана на земном шаре весьма ограничены. В решении этой проблемы и должны помочь реакторы на быстрых нейтронах.

В качестве ядерного горючего могут быть использованы только делящиеся изотопы: они дают незатухающую цепную реакцию. В природе же существует лишь один такой изотоп — уран-235. Однако его в добываемом уране менее одного процента, остальное приходится на долю урана-238. Если его поместить в «быстрый» реактор, то он превратится в отличное сырье для производства также делящегося, но уже искусственного изотопа — плутония. Причем нового топлива «вырабатывается» больше, чем сжигается. В итоге общая эффективность использования добываемого горючего повышается в пятьдесят-шестьдесят раз.

Одна из особенностей реакторов на быстрых нейтронах состоит в том, что в них используется жидкометаллический теплоноситель. При этом ни в первом, ни во втором (промежуточном) контурах высокое давление не требуется. Конкретно в реакторном контуре оно составляет всего полторы атмосферы — меньше, чем в велосипедной шине (в тепловых реакторах с водным или газовым охлаждением давление порядка сотни атмосфер). Ясно, что это практически сводит к нулю вероятность серьезных механических повреждений трубопроводов и корпуса. При теплообмене между натрием второго

контура и водяным паром, вращающим турбину, ни один из этих теплоносителей не содержит радиоактивности, а теплообменники изолированы от самого реактора. Все профилактические и ремонтные работы с ними могут выполняться обычными средствами. Кроме того, коррозионная совместимость конструкционных элементов с жидким натрием гораздо выше, чем с водой, сталь же и натрия—металлы и взаимно химически нейтральны.

Большое значение имеет еще один аспект физики реакторов на быстрых нейтронах. Речь идет об обращении с радиоактивными отходами ядерного топливного цикла. Необходимость их надежного захоронения на сверхдлительные сроки — порядка десятков и даже сотен тысяч лет — связана с особо опасными компонентами этих отходов (самыми тяжелыми изотопами) — трансактинидами, испытывающими альфараспад и спонтанное деление с очень большими периодами.

При многократном использовании вторичного ядерного горючего в быстрых реакторах эти изотопы эффективно выгорают в потоке быстрых нейтронов. Как показали расчеты, уровень остаточной активности, получаемый в хранилище отходов тепловых реакторов через миллион лет, при оптимальной организации ядерного теплового цикла с использованием быстрых реакторов достигается уже через двести лет. Это практически снимает остроту проблемы.

Быстрые реакторы с натриевым теплоносителем являются представителями нового поколения аппаратов повышенной безопасности. В них учтен многолетний опыт реакторостроения.

Атомоходы. Атомные реакторы устанавливаются также на атомоходах и атомных подводных лодках. Атомные суда технически очень надежны, к тому же на них параллельно с атомной есть и обычная установка, которой можно пользоваться для захода в порты. Чистота окружающей среды при нормальной эксплуатации атомных судов обеспечена абсолютно. Тройная защитная оболочка реактора способна выдержать таранящий удар огромного судна, посадку на мель, падение сверху тяжелого самолета. Установка сама себя глушит в случае возникновения нештатной ситуации и самой конструкцией судна запечатана в саркофаг на случай захоронения. Атомоход практически не может затонуть, если даже будут затоплены два подряд смежных отсека. Но

и случись такая беда (что само по себе маловероятно), все равно опасные элементы не проникнут в море. В качестве примера можно сослаться на затонувшие американские подводные лодки «Трэшер» и «Скорпион»: в районе их гибели нет и следов повышенной радиоактивности. Особенность реактора судна в отличие от чернобыльского состоит в том, что оператор не может разогнать его до критического состояния — это просто исключено по физике реактора. С точки зрения радиационной опасности атомоходы снабжены достаточно надежной и безопасной системой.

На атомных подводных лодках даже при полной потере энергопитания предусмотрена автономная система расхолаживания реактора, отличающаяся высокой надежностью. Так что гарантия от радиационного заражения полная. Исключается и разрушение системы первого контура, поскольку все построено с расчетом на большой запас. Для корпуса реактора не опасно высокое давление, которое он испытывает на глубине.

Космические ядерные энергетические установки. Наряду с атомными реакторами наземного типа созданы атомные реакторы космического назначения — стендовые реакторы, преобразующие тепловую энергию в электрическую («Топаз», «Ромашка») и совмещающие в себе источник тепловой энергии (ядерный реактор), а также устройства, обеспечивающие прямое (безмашинное) преобразование тепловой энергии в электрическую (термоэмиссионный преобразователь, или полупроводниковый термоэлектрический генератор). Впоследствии были созданы космические ядерные энергетические установки (ЯЭУ), которые были использованы на спутниках серии «Космос».

Создание космических ЯЭУ представляет собой принципиально новое направление энергетики. Безопасность ЯЭУ полностью гарантируется, если они эксплуатируются на высоких орбитах (800—900 км и более) с временем баллистического существования, то есть временем до попадания в плотные слои атмосферы, достаточным для распада радиоактивных продуктов до безопасного уровня. Если же ЯЭУ предназначены для использования на низких орбитах, то безопасность обеспечивается переводом отработавшей установки на орбиту длительного существования (порядка 300 лет), где по сути дела осу-

существляется захоронение радиоактивных материалов после выполнения спутником его программы.

Для обеспечения радиационной безопасности в случае несрабатывания системы увода с низких орбит внедряется дублирующая система безопасности (после известных событий с «Космосом-954»). Речь идет о системе диспергирования радиоактивного материала после отделения активной зоны реактора при аэродинамическом нагреве в атмосфере Земли до состояния мелкодисперсных частиц. Выпадение этих частиц на Землю создает безопасные дозовые нагрузки, не превышающие пределов (0,5 бэр в течение года), рекомендованных Международной комиссией по радиологической защите.

Эксплуатация ЯЭУ на радиационно безопасных орбитах открывает широкую дорогу для внедрения атомной энергетики на космических аппаратах народнохозяйственного назначения.

Важную роль ЯЭУ могут сыграть при межпланетных перелетах. По оценкам специалистов, ядерная многомегаваттная установка может создавать необходимую реактивную тягу космического корабля при полете на Марс.

Полет спутника «Космос-1900» показал надежность независимых автоматических систем обеспечения безопасности, что в значительной мере снимает существовавшую до сих пор напряженность в вопросах использования ЯЭУ на низких орбитах. Эти системы удовлетворяют условиям обеспечения безопасности, рекомендованным Комитетом ООН по использованию космического пространства в мирных целях.

Термоядерная энергетика. В обозримом будущем атомные станции уступят место термоядерным, которые будут экологически значительно чище и безопаснее первых. Однако для таких электростанций потребуется очень сложное и дорогостоящее оборудование. И первый электрический ток, полученный с помощью термоядерного синтеза, будет дороже «обычного». Но будущее за этими электростанциями.

История почти сорокалетнего сражения с природой за обладание термоядерной энергией — одна из самых значительных в науке. Когда ученые пытались только осмыслить проблемы, тормозящие их движение к новому источнику энергии, цель у них была заманчивая, великопечная. И, казалось, простая: превращая водород, океанских запасов которого хватит на миллионы лет,

в гелий, освобожденную при этом энергию преподнести человечеству как спасение от энергетического кризиса.

Если бы ученые знали, какие трудности им придется преодолеть по пути к цели. Было известно: предстоит преодолеть электрическое отталкивание ядер, чтобы они слились и освободили громадное количество энергии; термоядерные реакции происходят только в плазме; нужно «упрятать» плазму в какой-то нематериальный сосуд и достичь определенных значений таких параметров, как температура, плотность, время существования. Не было известно главное: капризный, своенравный характер плазмы.

На укрощение ее ушли десятилетия. Весной 1956 года, во время поездки в Англию, академик И. В. Курчатов ошеломил ученых, которые собрались в Харуэллском атомном центре послушать его лекцию. За несколько часов он рассекретил многое из того, что до лекции составляло важнейшую государственную тайну, рассказал о результатах исследований в области термоядерного синтеза так, будто делился рецептом нового блюда, обрадованный тем, что оно получается вкусным. А ведь до этого момента ученые многих стран настороженно молчали. И. В. Курчатов первым осознал, что проблемы, которые предстояло решать, слишком велики и для этого необходимо привлечь ученых всех стран. Потрясенные услышанным, американские и английские физики ответили откровенностью на откровенность. Так состоялся прорыв в доверие. Дальше с плазмой сражались ученые всего мира.

И сейчас еще никто из ученых, пожалуй, не решится сказать, что сражение закончено. Позади только первый, хотя и самый тяжелый этап «физического» подчинения плазмы, выяснения законов, в соответствии с которыми ею можно управлять. Одним из результатов усилий ученых десятков стран стало создание в 1983 году «Библии термояда» — физического основания интернационального реактора, получившего название «ИНТОР». Проектные работы под эгидой МАГАТЭ (главным инициатором которых был академик Е. П. Велихов) велись восемь лет.

В основу ИНТОРа были положены термоядерные установки — «Токамаки». Плазму в них «дисциплинирует» магнитное поле. Во избежание дрейфа частиц в магнитных клещах, а заодно и для основательного прогревания (до миллионов градусов) плазмы, скрученной в тугую

столб магнитными системами, через нее пропускают электрический ток. По сравнению с другими термоядерными устройствами в этих установках удастся довольно значительно продлевать жизнь плазме.

Сегодня ученые мира вступили во второй, инженерный, этап термоядерных исследований: нужно создать реактор, который продемонстрирует возможность разрешения технологических проблем. К тому же на этой высоте развития термояда придется потрудиться, чтобы создать в реакторе положительный баланс энергии. Пока в расчетах все благополучно: реактор расходует энергии заметно меньше, чем вырабатывает.

Реактор третьего этапа называют коммерческим: он дешев в производстве. Это по сути уже электростанция, работающая на воде.

Безопасность — одно из главных достоинств термоядерного реактора: безопасность в эксплуатации и отсутствие в топливном цикле долгоживущих радиоактивных отходов.

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

Для гидроэлектростанций (ГЭС) характерны беззатратное восстановление энергоресурсов, экологически чистый вид энергии, низкая ее себестоимость, высокая маневренность, наконец, комплексное использование водных ресурсов в народнохозяйственных целях. Однако сооружение гидроэлектростанций связано с затоплением значительных территорий, что пагубно отражается на природе.

У сторонников строительства ГЭС два весомых аргумента: потребность в электроэнергии крупных промышленных районов и сравнительно низкая ее себестоимость. Действительно, себестоимость киловатт-часа здесь ниже, чем на других типах станций, однако рассчитана она исходя из отраслевых нормативов, без комплексного учета ущерба, который уже нанесен и будет наноситься региону еще долгие годы.

В качестве примера может служить Чебоксарская ГЭС — последняя ступень на волжском каскаде. В проекте ГЭС, как и других волжских гидроэлектростанций, отсутствовала комплексная экологическая и экономическая оценка влияния гидроузла и зоны затопления на окружающую среду и использование ресурсов. Не проведен анализ воздействия изменившихся природных условий

на здоровье людей в регионе, на основные фонды, продуктивность сельского, лесного и рыбного хозяйства и т. д. Строительство ГЭС затрагивает 108 населенных пунктов, из них 16 подлежат инженерной защите. Будет затоплено 165 тысяч гектаров лесов и сельхозугодий. Экономика региона понесет колоссальный ущерб.

Сельское хозяйство несет большие потери не только в зоне затопления и подтопления водохранилищами, но и ниже гидроузлов. Так, в результате строительства Бухтарминской ГЭС на Иртыше резко снизились весенние половодья, являющиеся основой естественного плодородия. Некогда заливные луга превратились в суходольные (незатопляемые), и продуктивность их снизилась более чем втрое.

Строительство гидроузлов отнимает у людей сотни тысяч гектаров плодородных земель, резко ухудшает биологические условия жизни и размножения рыбы, приводит к уничтожению естественных нерестилищ выше и сокращению их площади, ниже гидроузла. С сооружением гидроузлов ухудшается химический состав воды, беднее становится содержание в ней органических веществ и других продуктов питания рыб. Все это приводит к сокращению их численности в реках, а также в тех водоемах, в которые они впадают.

На ГЭС, построенных на равнинах, напоры воды 15—20 м, а площадь зеркала водохранилища — несколько тысяч квадратных километров. Удельная плотность затопления в этих условиях изменяется от 5 до 15 км²/тыс. кВт установленной мощности ГЭС. Для ГЭС, построенных на горных реках, эта величина на 1—2 порядка ниже, что позволяет предотвратить затопление земель, используемых в сельском хозяйстве. Последнее характерно для районов Средней Азии. Так, на реке Чирчик построено 19 ГЭС. Среди них — Чарвакская ГЭС, в водохранилище которой накапливается до 2 млрд м³ драгоценной влаги.

Для улучшения санитарного состояния равнинных рек необходимо снизить напоры на русловых плотинах и устранить накопление паводкового стока в русловых водохранилищах — все это без ущерба для энергетики и речного транспорта.

Гидростроительство нередко вынуждает в короткое время вырубать большие площади лесных массивов. Значительная часть их гниет, сжигается, затапливается, в

результате чего лесное хозяйство несет огромные убытки.

Строительство ГЭС часто приводило к нарушению экологического баланса и вызывало негативные последствия в природе. Длительное время строители пренебрегали простыми истинами, игнорировали рекомендации науки, вольно обращались с проектами или реализовывали несовершенные проекты, не заботились о сохранении плодородных пахотных земель и лугов, лесных массивов (особенно при строительстве ГЭС на равнинах), не предусматривали, например, обваловку и углубление ложа будущих водохранилищ, сокращение их акваторий, не учитывали экологические факторы.

В настоящее время ужесточена экологическая экспертиза проектов будущих энергетических объектов. Новые ГЭС планируется сооружать в горных и предгорных районах, сокращая на порядок по сравнению с нынешней практикой площади затопления. Будет расширено строительство рыбопропускных и рыбозащитных сооружений, рыбоводников, создание искусственных нерестилищ.

Малые ГЭС. До недавнего времени строительство и эксплуатация гидроэлектростанций небольшой мощности, так называемых малых ГЭС (МГЭС), считались нецелесообразными. Успехи большой энергетики, развитие широкой сети линий электропередачи, дешевая электроэнергия сделали нерентабельными многие МГЭС, сооруженные в довоенные и послевоенные годы. Станции закрывались, плотины и здания со временем разрушались. Время показало несостоятельность такой концепции. Малые ГЭС могут и должны занять достойное место в электроэнергетике. Возрастающая дороговизна добычи топлива, его транспортировки делает выгодным использование потенциала небольших рек. Так, на полусотне рек Памира можно построить станции мощностью от тысячи до 50 тысяч киловатт, на 122 — от ста до тысячи киловатт. Сроки строительства последних — год, максимум два. Для зданий малых ГЭС не нужны сложные конструкции из металла и железобетона, достаточно местных материалов. Малые ГЭС можно возводить не только на малых реках, но и на крупных и средних.

Есть и другие водотоки. В Закавказье, Казахстане и Средней Азии создано немало водохранилищ, работающих лишь для нужд ирригации. Их сбросные сооружения — идеальное место для установки малых ГЭС. Сле-

дует учесть и каналы, на многих из которых имеются значительные перепады, где могут быть установлены гидроагрегаты. Широкое развитие малой гидроэнергетики будет способствовать значительной экономии топливно-энергетических ресурсов.

Малая гидроэнергетика не может и не должна заменить большую, в комплексе решающую проблемы энергетики, ирригации и транспорта. Речь идет о том, что последние достижения научно-технического прогресса позволяют по-новому взглянуть на ее возможности.

Интересен чешско-словацкий опыт по развитию энергии малых рек. Многие действовавшие в прошлом станции, плотины обрели новую жизнь, дают свет, тепло. Финансированием и строительством объектов мощностью от одного до десяти мегаватт занялись министерства и другие центральные ведомства. Гидростанции мощностью от 35 киловатт до 1 мегаватта отданы в распоряжение заводов, фабрик, кооперативов. Своими силами они реконструируют или строят на базе старых объектов новые миниГЭС. Еще одну модификацию ГЭС самой малой мощности называют домашними. Они хорошо служат в домашних хозяйствах сельских тружеников, жителей небольших городов. Для строительства этих малых ГЭС гражданам выделяются выгодные государственные кредиты. Каждый такой источник энергии подключается к госсети. В конце года, в зависимости от потребления электричества, владелец станции рассчитывается с госэнергонадзором. Если потребление было меньше произведенного, государство выплачивает владельцу малой ГЭС денежный эквивалент. В обратном случае он возвращает разницу. В выгоде обе стороны. Интересен также этот опыт и по строительству или реконструкции малых, домашних ГЭС. Во многих городах созданы специальные учреждения, где бесплатно выполняется для заказчика проектная и сметная документация, даются советы технического и юридического характера. Расчет с подрядчиком за проделанную работу ведет не будущий хозяин ГЭС, а сберкасса, куда направляются счета. Она же предоставляет выгодные кредиты на строительство. К реализации государственной программы реконструкции, восстановления и строительства малых ГЭС подключен для предприятий энергетического машиностроения. На заводах «ЧКД-Бланско», «Мотаз», «Ковоподник» налажен выпуск недорогого унифицированного оборудования, в том числе

набор для домашних ГЭС из турбин, генератора, автоматики и измерительных приборов. Масса таких комплектов от 30 до 130 кг. Их сборка и ввод в эксплуатацию требуют до 5 часов.

ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Нетрадиционные возобновляемые источники энергии (солнечных лучей, морских приливов и отливов, внутреннего тепла Земли, органических, главным образом растительных, отходов) прочно входят в жизнь многих городов и сел. Так, среднеазиатскими и казахстанскими учеными в настоящее время предложены народному хозяйству различные виды гелиоустановок, концентрированная солнечная энергия которых используется для нагревания, подъема из скважин и опреснения воды, отопления помещений, повышения всхожести семян, врачевания некоторых недугов. Ведутся работы по созданию мощной комбинированной солнечно-ветровой энергосистемы, которая, действуя в полуавтоматическом режиме, будет давать ток и тепло жилым домам, производственным помещениям и др.; систем ветровых агрегатов, приливных и волновых станций, которые покроют значительную часть потребностей в электроэнергии.

Геотермальная энергетика. Использование геотермальных вод весьма перспективно с позиций охраны окружающей среды. Моря из кипятка существуют не только в сказках и фантастических романах о путешествиях на другие планеты. Немало их и на Земле.

Недра Земли содержат богатые источники тепловой энергии. По самым скромным подсчетам, если ограничиться глубиной 3 км, то из этого слоя может быть извлечено $8 \cdot 10^{17}$ кДж геотермальной энергии. В то же время масштабы ее реального применения во всем мире незначительны.

Первая электростанция, использующая тепло подземных горячих вод Земли, была построена еще в начале века в Италии — в провинции Тоскана. Затем геотермостанции были введены в строй в Новой Зеландии, США, Японии. Высокопотенциальные парогидротермы на глубинах до 3 км имеются на Камчатке, Курильских островах и Сахалине.

Интенсивные тепловые потоки, идущие из земных глу-

бин, обнаружены и на территории Казахстана. Здесь имеется восемь региональных структур с высокотемпературными подземными водами, пригодными для использования в народном хозяйстве. Термальные источники залегают на глубинах от 500 до 5000 м. Как подсчитали исследователи, ежегодно за счет таких вод можно получать столько тепла, сколько дает сжигание всего каменного угля, добываемого в Карагандинском и Экибастузском бассейнах.

В Дагестане глубинное тепло земли используют в городах Кизляр и Избербаш. Здесь ликвидированы многочисленные котельные и печные трубы, воздух городов стал чище и прозрачнее. Природное тепло все шире находит применение и в других городах Кавказа. В Тбилиси теплофикация нескольких районов осуществлена за счет подземных вод, залегающих на небольшой глубине. Запасы их позволяют обеспечить весь город теплом и горячей водой, выращивать в парниках дешевые овощи.

Горячие подземные воды часто сильно минерализованы, и использовать их непосредственно для теплофикации и горячего водоснабжения не просто. Особенно это относится к высокотемпературным водам, расположенным на довольно значительных глубинах.

Источники геотермальной энергии могут быть двух типов: пароводяные, связанные с горячей водой или паром (они характерны для районов с активной вулканической деятельностью — например, для Камчатки, Исландии, Японии) и связанные с теплотой сухих пород.

Геотермальная энергия в основном является низкопотенциальной, т. е. температура воды или пара, выходящих из скважины, невысока. А это существенно сказывается на эффективности применения такой энергии, так как для производства электроэнергии сегодня экономически целесообразно иметь температуру теплоносителя не ниже 150°C. В этом случае он направляется непосредственно на турбину.

Есть установки, использующие воду более низкой температуры. В них геотермальная вода нагревает теплоноситель второго контура (например, фреон), имеющий низкую температуру кипения. Образовавшийся пар вращает турбину. Но мощности подобных установок невелики (10—100 кВт), а потому стоимость энергии будет выше, чем на электростанциях, использующих воду с высокой температурой.

Сейчас в мире действует немногим более 100 геотермальных электростанций. Их суммарная мощность 3 млн кВт, единичных — несколько десятков тысяч киловатт. Как правило, это дешевая энергия, а установки обслуживаются немногочисленным персоналом. Они размещены в благоприятных условиях, в местах, где вода либо сама изливается на поверхность земли, либо расположена неглубоко (в таких случаях не потребуется бурить глубокие скважины, а ведь именно они — самая дорогостоящая часть освоения геотермальной энергии) ➤

Причины, ограничивающие масштабы строительства указанных электростанций, состоят в следующем: термальные воды сильно минерализованы, поэтому при их сбросе необходимо предусматривать специальные мероприятия; в этих установках тепло окружающих пластов (горных пород) практически не используется; единичные мощности установок невелики, поскольку они ограничены запасами термальной воды и наличием мест для ее сброса.

Геотермальные месторождения представляют собой пористые породы, заполненные горячей водой и напоминающие природные геотермальные котлы. Если воды, отработанные на поверхности земли, не сбрасывать, а возвращать в подземный горизонт (т. е. создать циркуляционную систему), в этом случае будет использоваться теплота не только термальной воды, но и окружающих горных пород. Такая система, кроме того, позволит увеличить общее количество воды в 4—5 раз, при этом снимается вопрос о загрязнении окружающей среды минерализованными водами. Конечно, для циркуляции нужно в два раза больше скважин. Однако, как показывают расчеты и опытные работы, это может оказаться экономически оправданным. Ведь принудительная циркуляция увеличивает дебит скважин в 3—4 раза, а значит при одной и той же производительности их суммарное число уменьшается.

Энергия Солнца. Количество энергии Солнца, поступающей на Землю, примерно в 20 тысяч раз превышает нынешнее производство энергии в мире. Однако плотность солнечного потока мала, а потому из-за равномерной его рассеянности очень трудно сконцентрировать эту энергию, которая в конечном счете оказывается весьма дорогой. Наиболее разработанное сегодня направление — превращение солнечной энергии в низко-

потенциальное (с температурой до 100°C) тепло, которое может быть использовано для отопления, горячего водоснабжения, сушки сельскохозяйственной продукции. Конкурентом Солнцу здесь выступает традиционное топливо, сжигая которое, потребитель получает тепло.

Коллектор солнечной установки имеет к. п. д. около 50% и на широте $40\text{--}45^{\circ}$ может в год выдавать тепло, эквивалентное 0,1 тонне условного топлива на 1 м^2 его поверхности. Вода или воздух нагреваются в нем до $50\text{--}60^{\circ}\text{C}$. По затратам солнечная установка более чем в 4 раза уступает крупной отопительной котельной (такие котельные строятся в городах).

А как обстоит дело в сельской местности, где дома индивидуальные, а источник тепла — в основном уголь или дрова, сжигаемые в примитивных, малоэкономичных печах? Здесь потребитель постоянно озабочен вопросом, где взять топливо. В этих условиях подход к конкурентоспособности солнечной установки должен быть иным, так как на первый план выступает не стоимостной, а психологический фактор. В ряде случаев потребитель все-таки предпочтет купить достаточно дорогую солнечную установку.

Система теплоснабжения дома состоит из трех контуров: солнечного, отопительного и горячего водоснабжения (рис. 16). Имеются также резервные источники тепла — электроводоподогреватели. Они включаются, когда вода недостаточно нагрета за счет солнечной радиации, и рассчитаны на то, что могут обеспечить дом теплом при отключении солнечного контура.

В солнечном контуре циркулирует теплоноситель, который, проходя через гелиоприемник, нагревается под действием солнечной радиации. Теплоносителем служит вода, а в холодное время — антифриз (смесь этиленгликоля с водой), что позволяет использовать установку круглый год. Солнечный контур заполняется антифризом с помощью ручного насоса, а вода в контур поступает из водопровода.

Гелиоприемник представляет собой набор солнечных коллекторов. Каждый такой коллектор выполнен в виде хорошо теплоизолированного ящика, в котором находится нагреваемая солнечными лучами алюминиевая панель. Для наибольшего поглощения солнечной радиации панель сверху окрашена в черный цвет. Двойная стеклянная рама, закрывающая ящик сверху, пропускает

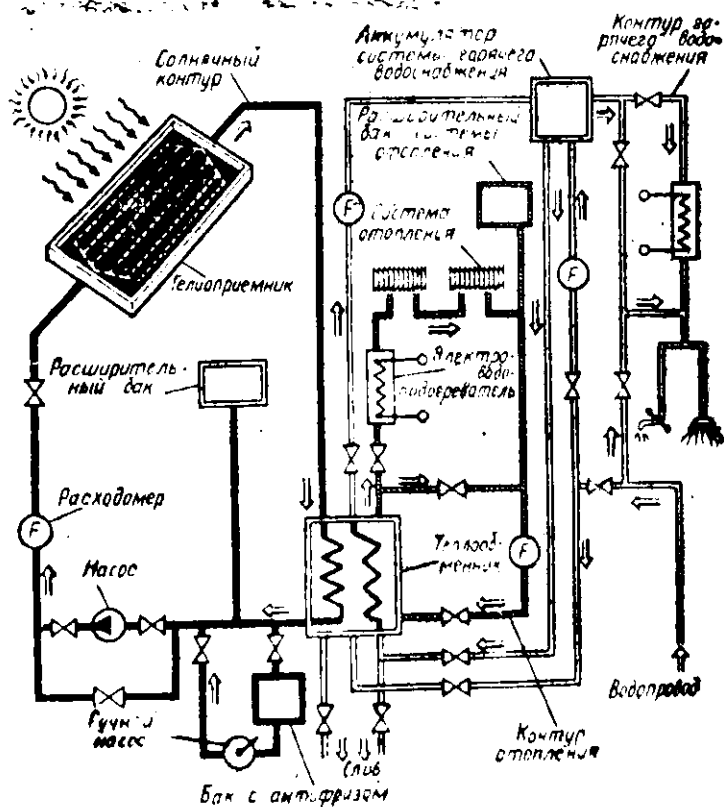


Рис. 16. «Солнечный дом» и система его теплоснабжения.

солнечные лучи, не задерживает инфракрасное излучение от нагретой панели. Гелиоприемник смонтирован неподвижно на южном скате крыши дома с углом наклона 60° , что обеспечивает в зимнее время наиболее эффективное использование солнечной радиации для отопления.

В баке-теплообменнике теплоноситель отдает накопленное тепло воде, заполняющей бак и поступающей в отопительный контур, и воде контура горячего водоснабжения. Циркуляция воды в этих контурах естественная. Бак-теплообменник служит одновременно и аккумулятором тепла. Его объем выбран из расчета покрытия суточной потребности дома в тепле, когда не действует солнечный контур. Система солнечного теплоснабжения дома может работать в нескольких режимах. Прежде всего это основной режим: солнечная радиация достаточна и есть необходимость в отоплении и горячей воде. Возможны случаи, когда солнечной радиации хватает для работы системы, но необходимость в отоплении отпадает. Тогда бак-аккумулятор, расположенный на чердаке дома, наполняется из водопровода. Вода, нагретая в трубах теплообменника, поднимается по трубопроводу и поступает в верхнюю часть бака-аккумулятора, вытесняя при этом в теплообменник более холодную воду из нижних слоев. Разбор горячей воды идет из верхней части бака-аккумулятора, одновременно снизу в него поступает вода из водопровода.

Может случиться так, что солнечная радиация практически отсутствует, а потребность в отоплении остается. Тогда солнечный контур выключается и отопительный контур будет работать либо на энергии, запасенной в баке-теплообменнике, либо с электроподогревателем. За работой установки солнечного теплоснабжения следит автоматическая система управления. Она получает сигналы от датчиков температуры, установленных в различных местах контуров. Если из-за изменившейся погоды температура теплоносителя станет ниже, чем температура воды в баке-теплообменнике, автоматически будет отключен насос, прокачивающий теплоноситель по солнечному контуру; при уменьшении температуры воды в теплообменнике ниже заданной насос снова включится. Автоматика следит и за температурой в доме.

Особенно интересны солнечные установки, предназначенные для горячего водоснабжения и работающие только в летние месяцы. Их использование в сельской

местности имеет большой социальный эффект, так как приближает комфортность условий к городским. Здесь опять-таки экономические факторы не имеют решающего значения.

В СНГ к районам с благоприятными условиями для освоения солнечной энергии относятся Средняя Азия, Казахстан, Украина, Молдова, Кавказ, юг России (а также Забайкалье и отдельные районы Дальнего Востока). Здесь продолжительность солнечного сияния от 2200 до 3000 часов в год. За это время поток солнечной энергии составляет от 1200 до 1700 киловатт-часов на каждый квадратный метр. Концентрированная солнечная энергия используется для нагревания, подъема из скважин и опреснения воды, отопления помещений, повышения всхожести семян, выращивания овощных и кормовых культур, в металлургии. Недалеко от Ташкента, в предгорьях Юго-Западного Тянь-Шаня, вступил в строй уникальный научно-производственный металлургический комплекс «Солнце». Установка комплекса состоит из 62 гелиостатов, каждый из которых представляет собой зеркальный отражатель площадью около 50 м². Электрические приводы позволяют им неотступно следовать за Солнцем с максимальным расхождением в две минуты. Автоматика, регулирующая скорость и углы перемещения зеркал, обеспечивает среднюю продолжительность работы печей восемь часов, а летом — до десяти.

Солнечные печи позволяют выплавлять сверхчистые высокоогнеупорные материалы, которые до сих пор получали лишь в лабораторных условиях, да и то, в небольших количествах. Степень чистоты сплавов, рожденных в температурном режиме свыше трех тысяч градусов Цельсия, может достигать шестизначной цифры после запятой. Тепло солнечных печей свободно от каких-либо примесей, исключает факторы, влияющие на структуру выплавляемых материалов. Солнечная энергия используется также для отопления коттеджей в жилом поселке для сотрудников комплекса.

В Краснодарском крае построена деревня, где все дома (27 коттеджей) оборудованы солнечными батареями. Это обычные панели, своей зеркальной поверхностью прикрывающие южный скат крыши. В них вмонтированы высокочувствительные фотоэлементы. В любую погоду они вырабатывают ток. В июле-августе одна «крыша» вырабатывает более 60 кВт·ч электроэнергии, в другие

месяцы мощность СЭС заметно снижается, доходя до 10 кВт·ч. И все же остается еще много лишней энергии, которая подается в общую энергосеть района. От каждой панели данные стекаются к пульту ЭВМ. Весь процесс включения приборов, преобразования тока и состыковки режима с энергосетью поселка происходит с помощью ЭВМ.

Автономная фотоэлектростанция водозабора с водоподкачкой позволяет поднимать воду с глубины 300 м. Производительность ее 1 т в час. Вся технологическая цепочка замкнута и экологически чистая. Так, для очистки сточных вод проектируются специальные установки. Очищенные воды используются для поливов, а твердый осадок — в качестве удобрения.

В настоящее время ведется опытная разработка солнечных электростанций, работающих на таких принципах:

- 1) получение с помощью солнечной энергии высокопотенциального тепла, а затем его преобразование в электроэнергию, как это делается на обычных тепловых электростанциях (ТЭС);

- 2) преобразование солнечного излучения в электроэнергию в фотоэлектропреобразователях (ФЭП).

Широкое использование солнечной энергии во многом тормозится из-за недостаточной эффективности ее преобразования в электрическую и дороговизны установки. Однако специалисты не оставляют надежды обеспечить конкурентоспособность гелиоустановок. Американской фирме «Арко солар» это удалось. Разработанные ее инженерами элементы площадью один квадратный фут (менее 0,1 м²) способны преобразовывать в электроэнергию 11,2% падающего солнечного света. В прежних моделях этот показатель составлял лишь 8%. Новая солнечная батарея покрыта тонкой пленкой из пяти слоев, состоящих из медноиндиевого диселенида с включением сульфидов кадмия и галлия. Она исключительно стабильна в эксплуатации. Компания планирует наладить производство новых батарей в промышленных масштабах.

В Австрийских Альпах, на берегу озера Альтаусзе, заработала первая в Европе промышленная низкотемпературная солнечная электростанция. Ее ток уже пошел в общую энергосеть страны. Правда, пока это не очень большая прибавка, всего 37 тысяч киловатт-часов. И все

же: в энергосеть включилось солнце. Отличие станции на озере Альтаусзе от обычных солнечных установок в том, что в электроэнергию преобразуется не тепло, а непосредственно солнечный свет. Это намного дешевле. Именно на таком принципе работают космические батареи.

Японская электроэнергетическая компания Сикоку уже построила в городе Сайдзе (префектура Эхиме) небольшую солнечную электростанцию мощностью 1000 кВт. Построены солнечные генерирующие системы для освещения домов в нескольких деревнях. Японская организация по освоению новых энергетических ресурсов планирует в ближайшее время обеспечивать солнечной энергией отдельные острова и районы страны.

Преобразование солнечного света в электрическую энергию возможно на мощнейших гелиостанциях, расположенных на орбитах, которая затем передается на Землю. И до последнего времени неразрешимой оставалась только одна проблема — преобразование переданного с орбиты СВЧ-излучения в промышленный ток. В настоящее время разрабатывается действующая модель преобразователя луча-СВЧ, эффективность которой намного превысит уже известные разработки. На основе этой модели будут построены гелиоэлектростанции, позволяющие решить одну из самых сложных проблем — мирного использования в космосе чистой в экологическом отношении энергии.

Энергия ветра. Среди альтернативных источников электроэнергии лишь ветер способен обеспечить достаточное количество энергии, вырабатываемой без ущерба для окружающей среды. Добыча органического топлива все больше удаляется от мест его потребления, а энергия ветра — экологически чистая, неиссякаемая и доступная, поскольку обширные территории Земли находятся под постоянным воздействием ветров воздушного океана, — ждет своего дальнейшего освоения. Она уже сегодня в мире становится важной частью энергетики, а в будущем ее значение, несомненно, возрастет.

Первое упоминание о ветряных мельницах относится к XII веку. Постепенно ветряные мельницы получили распространение во всех странах и континентах. Сооружались они группами, и каждое маховое колесо было рассчитано на определенный румб. Такие мельницы действовали поочередно — в зависимости от направления

господствовавшего в тот момент воздушного течения. Средневековые мастера изобрели поворотную башню — система рычагов позволяла разворачивать здание мельницы строго по ветру. В России в период правления Ивана Грозного онежскими и вятскими народными умельцами была создана шатровая конструкция ветровой мельницы (дошедшая до наших дней), легкая в управлении. По ветру настраивался лишь верх мельницы с колесом. Водило — приспособление для перевода крыльев — за-якоривалось в землю. Самыми мощными (до 5 л. с.) считались две промышленные машины, сконструированные мастером-самоучкой Петром Давыдовым. Их демонстрировали на Нижегородской ярмарке 1889 года. Тогда в России действовало 250 тысяч мельниц, которые могли перемалывать 3,5 млрд пудов зерна.

Для ускоренного освоения экологически чистой технологии производства электроэнергии за счет колоссальных сил ветра необходимо построить ветровые, электростанции (которые бы входили в единую систему существующих ЛЭП), предварительно составив карту использования ветров с характеристикой зоны на приемлемой высоте гор, равнин и пустынь.

Ветроэнергетику целесообразно развивать прежде всего там, где господствуют сильные ветры, скорость которых превышает 20 км в час, действует разветвленная сеть линий электропередачи, напряженная экологическая обстановка. В Узбекистане сильные ветры дуют в Ферганской долине.

Для развития ветроэнергетики не требуется новых железных дорог, топлива, вскрышных работ и т. д.

Крупные ветроагрегаты рекомендуется размещать с такой же плотностью, как размещались ветряные мельницы в России в начале века (по одной на 200 км²). В этом случае получаемой энергии хватило бы для обеспечения страны с населением 500 млн человек и по нормам, в 8 раз превышающим современные ветроагрегаты в самых энергообеспеченных странах.

Ветроэнергетические установки новых типов, в которых рабочие лопасти располагаются вертикально и движутся по замкнутым трассам быстрее ветра, имеют небольшую материалоемкость, допускают полную автоматизацию, требуют минимального отвода земли, причем на вершинах гор и холмов.

Один ветроагрегат в приземном слое атмосферы не

может быть надежным источником энергии, даже если он очень дешев. Иначе обстоит дело при объединении ветроагрегатов в систему, особенно при подключении к ней легкоуправляемых аккумуляторов энергии, каковыми являются гидроэлектростанции.

Приливные электростанции — экологически чистые источники энергии — могут устанавливаться в тех странах, берега которых омываются морями с высокими приливами. Так, могучая волна океанского прилива каждые 12 ч 25 мин поднимает уровень моря на Беломорском и Охотском побережьях на 9—13 м. Прилив обладает огромной энергией. Для современной энергетики очень важно, что среднемесячная величина приливной энергии остается неизменной в любой период года и не зависит от его водности в отличие от энергии рек, подверженной значительным сезонным и многолетним колебаниям.

Приливные электростанции (ПЭС) позволяют использовать приливную энергию природного цикла прилива — отлива без нарушения экосистемы и с относительно меньшими затратами. При этом отсутствуют какие бы то ни было затопления, а плотина ПЭС, обеспечивая пропуск естественных расходов воды, остается биологически проницаемой. Первая небольшая экспериментальная ПЭС (Кислогубская) была построена 20 лет назад. Сооружение ПЭС благотворно влияет на район, лежащий выше плотины. Биологическая проницаемость плотины положительно сказывается на рыбоводстве.

Энергия волн также относится к экологически чистой. Измерения и расчеты показали, что для Черного моря, например, удельная мощность такой энергии составляет 8 кВт/м. Каспийского — 11, Баренцева — 29, Балтийского — 8, Охотского — 20 кВт/м.

Первый в мире патент на устройство, использующее энергию волн, был выдан французам — отцу и сыну Жерарам — в 1799 г., а одна из первых практически действующих волновых установок, предназначенных для накачки воды в водонапорную башню, начала работать в 1889 г. на побережье недалеко от Нью-Йорка.

Более 20 лет назад во многих странах мира по-настоящему проявился интерес к этой проблеме. Простейшими и наиболее распространенными являются поплавковые установки, в которых колебательное механическое движение поплавков, вызываемое волнами, преобразуется в электрическую энергию. Другой тип установки —

«осциллирующий (колеблющийся) волновой столб» — основан на принципе сжатия и расширения воздушного столба, расположенного над поверхностью воды и заключенного в камере. Нижняя открытая часть камеры располагается ниже минимального уровня волн. Воздух приводит в движение турбину, связанную с генератором. Производство установок такого типа начато в 1965 г. в Японии.

Энергия морской воды может быть использована в специальных установках, применяемых, с одной стороны, для отопления зданий зимой и, с другой — для поддержания в помещении желанной прохлады летом.

Мощные насосы на этих установках ежечасно через специальные трубки подают морскую воду. С этими трубками соприкасается фреон, температура кипения которого очень низкая. Извлеченное таким образом тепло из воды и позволяет отапливать объект без традиционных источников энергии.

Энергия отходов. Растения, отходы сельского хозяйства, городские отходы — все это биомасса. В биосфере ее содержится 800 млрд т. Причем ежегодно возобновляются 200 млрд т (это соответствует 100 млрд т нефти). Конечно, биомасса никогда не сможет полностью заменить ни нефть, ни другие виды топлива, однако в качестве дополнительного, экологически «чистого», постоянно возобновляемого источника энергии она, несомненно, со временем займет заметное место в энергетике.

Внимание, уделяемое в последние годы биомассе, связано прежде всего как с постоянно растущим дефицитом ископаемых топлив (угля, нефти, природного газа), так и с поисками им замены. Биомасса обладает достаточным энергетическим потенциалом, о чем говорит хотя бы такой факт: только в континентальных лесах ее накапливается ежегодно до 70 млрд т.

С энергетической проблемой тесно связана проблема экологическая. Интенсификация промышленного и сельскохозяйственного производства, а также дальнейшая урбанизация неизбежно приводят к тому, что концентрация разнообразных органических отходов в ближайшие десятилетия резко увеличится. А это означает, что нужно будет принимать неотложные меры по их утилизации. Переработка отходов, т. е. биомассы, позволит, таким образом, в определенной степени решить и экологическую, и энергетическую проблемы.

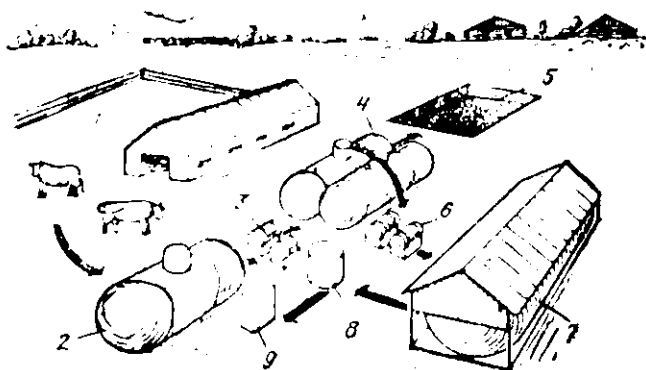


Рис. 17. Биогазовая установка:

1— ферма; 2— выдерживатель; 3— насосы-дозаторы; 4— реактор;
5— навозохранилище; 6— насосы для отбора в газгольдер; 7— газ-
гольдер; 8— водогрейный котел; 9— двигатель-генератор.

По предварительным подсчетам, только из отходов, производимых ежегодно в СНГ, перевозка которых не требует значительных затрат, можно добывать биогаз (на 70% состоящий из метана, а на 30% — из оксида углерода) в количестве, эквивалентном 100 млн т. И, кроме того, получать 150—180 млн т высококачественных органико-минеральных удобрений, содержащих 6,25 млн т азота, 3 млн т фосфора и 7,5 млн т оксида калия в виде минеральных солей, легко усваиваемых растениями. Следовательно, при переработке биомассы решается и еще одна проблема — продовольственная.

Получение биогаза весьма перспективно. Его можно использовать как топливо в энергоустановках, в двигателях внутреннего сгорания, в котлах, а также в качестве сырья для производства белковых концентратов. Кроме того, утилизируя отходы и стоки, сельскохозяйственное производство решает и экологические проблемы.

Для утилизации отходов животноводства используется биогазовая установка модульного типа (рис. 17). Комплект оборудования установки предназначен для ферм на 400 коров и 4000 свиней. В его состав входят два горизонтальных реактора-метантенка — каждый емкостью 125 м³ (для более крупных ферм реакторов может быть больше), измельчитель навоза, подогреватель-выдерживатель, газгольдер, теплообменные нагревательные устройства, водогрейный котел, насос-дозатор навоза, га-

зовые компрессоры, система автоматического управления и контроля.

Как же работает биогазовая установка? Навоз с фермы загружают в измельчитель, где разрушаются длинно-волокнистые включения — солома, ботва. Измельченная масса направляется в подогреватель-выдерживатель и нагревается здесь до $35\text{--}42^\circ\text{C}$ с помощью теплообменных нагревательных устройств, через которые прокачивается горячая (температурой 70°C) вода. Из подогревателя-выдерживателя подготовленная масса насосом-дозатором четыре раза в сутки подается в реакторы-метантенки. Здесь в течение 3—5 суток при температуре $40\text{--}42^\circ\text{C}$ идет процесс анаэробного брожения биомассы, в результате которого образуется биогаз. Определенный его запас хранится в газгольдере.

Биогаз можно использовать в топке водогрейного котла или в двигателе внутреннего сгорания — для привода электрогенератора. В последнем случае вода из системы охлаждения двигателя поступает в теплообменники подогревателя-выдерживателя и реакторов.

Биогаз получают также в процессе переработки сбросовых вод. В специальных резервуарах — метантенках — при одноступенчатом сбраживании можно получить с каждого кубического метра активного ила до 14 м^3 газа, а при двухступенчатом — до 18 м^3 .

Специалистами Сумского НПО разработана и изготовлена реакторная установка «Биогаз-301С», предназначенная для переработки отходов животноводческих ферм с получением органических удобрений и биогаза. В этой установке использован принцип биохимической переработки отходов свиноводческой фермы методом анаэробной ферментации. Процесс такой ферментации, протекающий в ферментаторе, представляет собой сложную цепь биохимических реакций распада органических веществ под действием трех основных групп микроорганизмов: гидролизующих, уксуснокислых и метанотворных. Этот процесс является непрерывным. С помощью скребков и воды исходное сырье поступает в сборник, а из него — перекачивается в подогреватель, где подогревается до температуры ферментации и подается в ферментаторы. Отферментированная масса переливается в отстойник, а затем в центрифугу. Далее обезвоженный шлам поступает на транспортер, а жидкие стоки — в сборник-аэратор, откуда они направляются на городские

очистные сооружения. Образующийся биогаз из ферментатора поступает в накопитель-газгольдер, а из него подается потребителю. Установка предназначена для утилизации и обезвреживания отходов свиноводческой фермы с поголовьем до 3000 свиней. Ее производительность по перерабатываемому сырью составляет 30 м³/сут, биогазу — 350—400 м³/сут, обезвоженному шламу — 5 т/сут, жидкой фракции — 24 м³/сут.

Эксплуатация установки в условиях городской фермы позволяет решить ряд проблем охраны окружающей среды: предотвратить возможность заражения людей и животных болезнетворными микроорганизмами, перегрузку почвы, воды и растений вредными веществами; устранить распространение неприятных запахов при хранении отходов животноводческого производства; обеспечить эффективное обеззараживание исходного сырья от яиц и личиночных стадий гельминтов, снизить содержание органических веществ в жидких стоках; получить из отферментированной массы качественное органическое удобрение, а в процессе ферментации — биогаз, обладающий значительным энергетическим потенциалом. По прогнозам экономистов, применение такого нетрадиционного, но очень выгодного источника энергии, как биогаз, позволит сэкономить до конца столетия более 800 тыс. т условного топлива. Его можно использовать и как горючее для автомобилей. Установлено, что срок службы двигателей, работающих на биогазе, в два раза больше, чем бензиновых. Кроме того, моторы, работающие на биогазе, выбрасывают в атмосферу в 1500 раз меньше вредных веществ.

Биогаз, образующийся на свалках, содержит 45—55% метана, значительные следы коррозионно-агрессивных соединений. Биогаз может транспортироваться по трубопроводам к промышленным потребителям или использоваться на месте в энергоустановках мощностью 1—2 МВт с газовыми турбинами или двигателями двойного топлива.

При современном уровне развития техники и технологии переработки мусора предоставляется возможность получения биогаза в относительно больших количествах, причем из мусора, складываемого не только на загородных полигонах, но и в городских условиях в специальных контейнерах. Наиболее очевидные пути использования биогаза — подключение его к городской газовой сети

либо применение в качестве альтернативного топлива для автомобилей.

Рассмотренные возобновляемые источники энергии имеют пока локальное значение и не могут коренным образом изменить структуру топливно-энергетического баланса страны, но все же будущее за экологически чистыми источниками энергии.

Глава 11. УРБАНИЗАЦИЯ

Одно из последствий научно-технической революции — ускорение урбанизации. Во многих промышленно развитых странах в городах ныне проживает 75—80% общей численности их населения. В мире насчитывается более 160 городов-миллионеров. С урбанизацией связано подавление естественной окружающей среды как в количественном («захват» городами и агломерациями новых территорий), так и в качественном (ухудшение состояния природы) отношении.

Численность населения Земли к середине 1990 г. достигла 5,3 млрд. Всего же на 1990 год человечество увеличилось на 92 млн человек. В 2000 году численность населения всей планеты составит 6,3 млрд, а еще через 25 лет — 8,5 млрд. Примерно четверть населения Земли проживает в экономически развитых странах. К 2000 году численность живущих в промышленно развитых государствах составит одну пятую, а к 2025 году — одну шестую часть всех жителей планеты, поскольку среднегодовой прирост населения для развитых стран сейчас составляет 0,5%, а для развивающихся — 2,1%. В 10 странах планеты численность населения превышает 100 млн, в 11 странах она составляет от 50 до 100 млн человек. Из 25 стран мира с самой большой численностью населения 12 расположены в Азии, 6 — в Европе, 3 — в Америке, 3 — в Африке. Ожидается, что к 2025 году уже 7 африканских стран будут в этом списке, из которого они потеснят некоторые европейские и азиатские государства. Это объясняется тем, что большинство стран с самым высоким уровнем рождаемости в мире расположено на африканском континенте. В африканских государствах и самый высокий уровень смертности, а средняя продолжительность жизни — всего 54 года по сравнению с 76 в странах Северной Америки, Северной и Западной Европы. 54% населения Земли живет в городах. Доля город-

ских жителей в развитых странах составляет почти три четверти населения, а в развивающихся — лишь чуть больше трети.

Население мира в каждую секунду увеличивается на 3 человека.

Урбанизация, связанная с развитием производительных сил и производственных отношений, является конкретно-историческим проявлением процесса концентрации и интенсификации всей производственной, культурной и научной деятельности общества. В сущности урбанизация повышает роль городов и городского населения в жизни страны и имеет прогрессивный характер.

Начало процесса урбанизации исторически можно отнести к тому времени, когда 3500 лет назад первые в мире города появились на берегах Тигра, Евфрата и позднее — Нила. Они возникли в связи с тем, что людям необходимо было сообща заниматься торговлей и, что особенно важно, защищаться от врагов. Поэтому в течение долгого времени города представляли собой военные укрепления, расположенные в стратегических пунктах (в целях обороны) или на берегах рек и морей (для удобства торговли и связей). Промышленная революция явилась, несомненно, основным ускорителем процесса урбанизации. Она привлекла в города и поселки, где находились фабрики, огромные массы людей.

В настоящее время более трети всего мирового населения проживает в городах.

Стремительные темпы урбанизации составляют одну из характерных особенностей современной эпохи. Вплоть до XX в. подавляющее большинство населения даже в экономически развитых странах продолжало жить в сельской местности, а основным источником его существования оставалось сельское хозяйство. Городской образ жизни был скорее исключением, чем правилом.

Рост городского населения, особенно в последние десятилетия, оказался настолько стремительным, а концентрация и интенсификация производственной и непроизводственной деятельности в такой степени высокой, что окружающая среда большинства городов мира уже не в состоянии удовлетворить многие биологические и социальные потребности современного человека.

Расширяясь, города сливаются друг с другом в агломерации. В результате чрезмерного разрастания городских агломераций появляются гиперурбанизированные

районы, которые известны в литературе как мегаполисы (от греч. *megas* — большой и *polis* — город). Так, мегаполис Большого Нью-Йорка объединяет 16 млн человек. Другой мегаполис формируется на южном побережье Великих озер (Чикаго, Детройт, Кливленд, Питсбург и другие агломерации) и насчитывает около 30 млн жителей. Мегаполис Южной Калифорнии (Лос-Анджелес, Сан-Диего) концентрирует 11 млн человек. В Западной Европе выделяются группа «Мидленс» в Великобритании (Ливерпуль, Манчестер, Лидс-Бредфорд, Бирмингем) и Рейнско-Рурский район (Кельн, Дюссельдорф, Рурский бассейн). Каждый из них насчитывает по 10—15 млн жителей.

В Узбекистане тоже идет стремительный рост городов. Так, если в 1926 г. их было всего 12, то в настоящее время — 114 городов, из которых 88% составляют малые и средние города. В малых городах проживают 1,7 млн человек, или 24% городского населения республики. Ускорение развития здесь малых и средних городов связано с проблемой регулирования роста крупных городов.

В зоне влияния г. Ташкента, насчитывающего более 2 млн человек, сложилась крупная в Средней Азии моноцентрическая агломерация, в состав которой кроме города-центра входят 9 городов, 16 поселков городского типа и 828 сельских поселений с суммарной численностью населения на 1. 01. 1986 г. 3410 тыс. человек, в том числе 2576 тыс. человек городского населения. Ташкент расположен в предгорной зоне, где режим метеорологических условий характеризуется хорошо выраженным годовым ходом слабых ветров и штилей, продолжительными периодами застоя в мощном пограничном слое атмосферы. В летний период здесь практически отсутствуют осадки и наблюдается высокая температура воздуха, что способствует интенсивному скоплению вредных промышленных выбросов и выхлопных газов автотранспорта в жизнедеятельном слое воздуха. В силу высокой плотности населения в Ташкенте наблюдается высокая экологическая нагрузка на все компоненты городской среды.

В своеобразных природных условиях находится столица Казахстана. Расположена она в котловине у подножия гор. Около 270 дней в году здесь полный штиль, поэтому над городом нередко образуется дымное облако.

До недавнего времени градостроители мало занима-

лись проблемами очистки воздушного бассейна, борьбы с его загрязнением. Около 70—80% вредных выбросов в атмосферу приходится на городской транспорт.

Для улучшения циркуляции воздуха, особенно в жаркое время, большое значение имеет выбор оптимальных вариантов застройки, расположения зданий так, чтобы усилить естественное проветривание кварталов, а также сооружение в крупных зданиях арок и других проемов.

УРБАНИЗАЦИЯ И ЗДОРОВЬЕ НАСЕЛЕНИЯ

Урбанизация, с одной стороны, улучшает условия жизни населения, с другой — вытесняет естественные природные системы, загрязняет окружающую среду, повышает химическую, физическую и психическую нагрузку на организм человека.

Крупный город изменяет почти все компоненты природной среды — атмосферу, растительность, почву, рельеф, гидрографическую сеть и даже климат. Перепады температур, относительной влажности, солнечной радиации между городом и его окрестностями иногда соизмеряются с передвижением в естественных условиях на 20° по широте. Причем нарушение одних природных условий неизменно вызывает и другие нарушения. В городах меняются электрическое, магнитное и другие физические поля Земли. Влияние города на недра распространяется на глубину от 0,5 до 4 и даже 8 тыс. м. Иными становятся условия питания подземных вод, их химический состав.

Физические условия в больших городах хуже, чем в маленьких. По данным исследований, проведенных в Англии и США, большие города получают на 15% меньше солнечной радиации (и на 30% меньше ультрафиолетовых лучей в зимнее время), на 10% — больше дождя, града или снега, облачных дней, на 30% — больше тумана летом и на 100% — зимой.

Съемки из космоса дают сведения о физических полях, возникающих вокруг больших городов, в частности отражательных (альbedo) и тепловых (температура, световое излучение). По характеру физического поля можно выявлять антропогенные изменения природной среды. Так, съемки района Санкт-Петербурга позволили локализовать зону выпадения загрязнений из атмосферы на снежный покров. Данные о пространственных и времен-

ных макровоздействиях больших городов на окружающий ландшафт могут быть использованы для городского планирования.

Степень распространенности многих болезней, причем не только инфекционных (например, рак легкого, бронхит) в больших городах заметно выше, чем в сельских местностях.

Процесс урбанизации, обусловленный в целом развитием общественного производства и характером социальных отношений, сам оказывает все более разностороннее влияние на развитие и размещение производства и другие сферы деятельности общества, изменяя его социальную и экономическую структуру, демографические показатели, условия развития личности и т. д.

Развитие человеческого общества характеризуется не только его количественным ростом, но и увеличением производительных сил, изменением технологии производства, что приводит к резкому возрастанию техногенных и антропогенных влияний на окружающую среду. Воздействия 4 млрд людей по своим масштабам равны воздействию 30—40 млрд людей каменного века, хотя расход пищи на 1 человека остался примерно прежним.

Растущие города и населенные пункты, строящиеся промышленные комплексы требуют все большего количества воды. Современные гигиенические нормы и сложные технологические процессы на промышленных предприятиях предъявляют повышенные требования к ее качеству.

Отработанные сточные воды нередко сбрасывают в реки и водоемы. Многие естественные водные бассейны из-за усложнения состава промышленных сточных вод, увеличения их количества загрязняются и истощаются. Города засоряют реки и озера, превращая их в сточные канавы.

Большую опасность для здоровья населения представляют атмосферные загрязнения, которые могут вызывать рак. Еще в начале 50-х годов у жителей английских городов было отмечено значительное увеличение (за 50 лет в 40 раз) заболеваний раком легких. Среди мужского населения большинства стран рак легких занял первое место по частоте среди других новообразований. По данным ВОЗ, рост новообразований в значительной степени зависит от постоянно усиливающегося загрязнения окружающей среды.

Установлено, что уровень инфекционной заболевае-

мости городского населения (без ангины и гриппа) более, чем в 2 раза превышает уровень заболеваемости сельского населения.

Перенаселенность, сокращение свободных и озелененных участков, а также загрязнение окружающей среды в больших городах приняли огромные размеры, что вызывает тревогу у общественности, которая начинает все более решительно выступать против строительства промышленных предприятий в городах.

Концентрация промышленных предприятий в городах, резкое увеличение количества автомобилей на улицах и в связи с этим все возрастающее загрязнение окружающей среды создают серьезную угрозу здоровью миллионов жителей.

Высокая контактность людей, характерная для городской среды, с одной стороны, выступает положительным фактором, так как способствует развитию определенной нервной устойчивости молодого поколения, значительной психической тренированности, поддержанию профессионального и творческого тонуса; с другой—из-за большого объема информации, которую приходится перерабатывать, нервная система не в состоянии функционировать на прежнем уровне адаптации. В результате формируется новый динамический стереотип, для которого характерны частые срывы, нервозность.

Несмотря на постоянно ускоряющийся темп жизни у горожан, как это ни парадоксально, отмечается гиподинамия, приводящая к развитию заболеваний сердечно-сосудистой системы.

В связи с загрязнением окружающей среды промышленными выбросами и отходами, отставанием санитарного благоустройства от темпов жилищного строительства, повышением уровня городского шума и др. меняется структура заболеваемости городского населения. В частности появляются некоторые хронические неспецифические заболевания: сердечно-сосудистая патология, рак легкого, хронический бронхит и эмфизема легких, бронхиальная астма, аллергические и нервно-психические заболевания.

Наиболее чувствительны к загрязнению воздушной среды дети. Состояние здоровья школьников в зависимости от проживания в разных по степени загрязненности районах города различно: в районах с неблагоприятной воздушной средой возрастает число хронических

неспецифических заболеваний легких, острых респираторных заболеваний, хронических пневмоний и бронхиальной астмы.

Отрицательное воздействие на здоровье населения загрязняющих атмосферу веществ в большинстве случаев не прекращается и после очистки атмосферы от них. Стабильные соединения, выпавшие на почву, проникают в грунтовые воды, входят в состав растительных, а затем молочных и мясных продуктов и в дальнейшем, подобно бумерангу, вновь возвращаются к человеку, проникая в его организм подчас совсем неожиданным путем. В этом отношении наиболее характерным является появление таких соединений, как свинец, бенз(а)пирен и другие, в сельскохозяйственных продуктах, произрастающих вдоль автомагистралей или вблизи промышленных предприятий. Их содержание в десятки и сотни раз превышает содержание подобных веществ в растениях, выращенных на отдаленных полях.

При загрязнении окружающей среды меньше солнечных лучей попадает на земную поверхность, гибнут растения, разрушаются строительные материалы, изменяется химический состав воздуха и воды. Все это представляет угрозу для здоровья человека и приводит к преждевременному старению и возможным отдаленным нежелательным последствиям (рождению наследственно неполноценных детей и др.).

Оздоровление окружающей человека среды — важнейшее направление градостроительства. От успешного его развития зависят здоровье людей, сохранение на многие годы их творческой активности и долголетия.

ПЛАНИРОВОЧНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ГОРОДА

Город представляет собой особую форму человеческого общежития, является носителем и генератором специфической городской культуры и становится основной формой поселения человека на Земле. В городах сконцентрированы промышленные предприятия, что является основной причиной загрязнения биосферы. Поэтому проблема создания благоприятной окружающей среды в крупных городах и промышленных центрах приобретает особую остроту.

Современные города имеют ряд характерных особенностей: рост численности населения, высокая концентра-

ция промышленности, тенденция к сплошной застройке, шум и вибрация, загрязненность воздуха и акваторий, неблагоприятные изменения микроклимата и снижение солнечной радиации вследствие запыленности атмосферы.

Города и поселки в зависимости от численности населения подразделяются на крупнейшие, крупные, большие, средние и малые (см. табл. 1).

Таблица 1

Категории городов и поселков в зависимости от численности населения

Группы	Город с населением, тыс. человек	Поселки с населением, тыс. человек
Крупнейшие	Более 500	—
Крупные	250—500	Более 10
Большие	100—250	5—10
Средние	50—100	3—5
Малые	До 50	До 3

Мерами регулирования роста крупных и крупнейших городов являются ограничение строительства в них новых заводов и фабрик, за исключением предприятий, обслуживающих потребности населения, и объектов коммунального хозяйства; развитие прилегающих к ним малых и средних городов, а также укрупнение поселков городского типа, размещающихся во внешней зоне; установление обязательных зон центрального города: освоенной и резервной его территории, лесопаркового пояса и внешней зоны, в которой предусматривается преимущественное развитие перспективных городов.

Основой размещения новых городов и определения масштабов их развития являются схемы и проекты районной планировки. Проектирование новых городов ведется с учетом формирования систем расселения. Генеральный план города—основной градостроительный документ, определяющий его развитие. Особенностью формирования новых городов является стремление использовать в планировке и застройке последние научно-технические достижения, современные градостроительные принципы, позволяющие создать благоприятные условия для проживания, выразительный архитектурный облик города.

Наряду с небольшими городами (10—20 тыс. жителей), которые развиваются как местные административ-

ные центры, значительная часть вновь образованных городов представляет собой промышленные и научно-технические новостройки с большими перспективами народнохозяйственного развития, быстрым ростом численности населения и большими объемами жилищного и гражданского строительства.

Районная планировка — важное звено народнохозяйственного планирования и проектирования населенных мест. Выявляя наиболее рациональные условия взаимовязанного размещения производства, населенных пунктов, транспортных, инженерных коммуникаций и мест массового отдыха, она является основой для составления генеральных планов городов, курортов и населенных мест. В проектах районных планировок предусматривается формирование и развитие групповых систем населенных мест.

В схемах районной планировки и в генеральных планах с учетом детальной комплексной оценки территории определены масштабы развития города, размеры его территорий с учетом природно-ландшафтной среды, размещение функциональных зон, планировочная структура, организация транспортной сети и местоположение обслуживающих центров, а также основные направления территориального роста и функционального зонирования на отдаленную перспективу и т. д.

На стадии генерального плана конкретизируется и уточняется принятое в районной планировке размещение города и его планировочная структура.

Генеральный план города является обязательным для всех ведомств, осуществляющих строительство в городе. В нем на базе прогнозов долгосрочного развития производительных сил научно обоснованы масштабы и перспектива развития города (на 25—30 лет и более), определено зонирование территории во взаимосвязи с планировочной, транспортной структурой и инфраструктурой.

Первичной структурной единицей жилой зоны города является микрорайон примерно на 6—12 тыс. жителей. Микрорайоны объединяются в жилые районы. Численность населения жилого района составляет 25—80 тыс. жителей. Микрорайон и жилые районы имеют свои общественные центры обслуживания. Иногда в зависимости от местных условий общественные центры устраивают для 2—3 микрорайонов.

На основе генерального плана разрабатывают проек-

ты детальной планировки и застройки районов города и центра; планировки городских промышленных районов; размещения первоочередного строительства; инженерного оборудования, городского транспорта, благоустройства, озеленения и др.

При составлении проектов генеральных планов городов в необходимых случаях прибегают к восстановлению нарушенных территорий и их использованию для градостроительства (устройство водоемов на месте отработанных карьеров, зеленых массивов на золоотвалах и других хранилищах отходов различных производств с закрепляемой поверхностью; размещение складских помещений, гаражей и стоянок в выработанных подземных пространствах). Кроме того, при проектировании с целью охраны и улучшения окружающей среды в городах как новых, так и со сложившейся городской застройкой исходят из следующих положений:

- улучшение микроклимата и повышение санитарно-гигиенических условий городской застройки (инсоляция, аэрация, тепловой режим и др.) в различных природно-климатических зонах;

- охрана окружающей среды от загрязнения производственными и бытовыми отходами;

- защита населения от городских шумов;

- сохранение и восстановление природных компонентов городской среды (рассмотрение форм связи природно-ландшафтной среды, окружающей город, с искусственно созданной средой самого города).

Разрабатываемые мероприятия по охране и улучшению окружающей среды базируются на анализе состояния окружающей среды и тенденции ее изменения в процессе развития городов и групповых систем расселения с учетом научно-технического прогресса.

Анализ и оценку состояния городской среды производят согласно санитарно-гигиеническим критериям и нормам: предельно допустимым концентрациям (ПДК) вредных примесей в атмосферном воздухе, допустимым уровням шума и напряженности электромагнитного поля в городской застройке. Принципиально важной для решения градостроительных задач является разработка дифференцированных в зависимости от климатических особенностей параметров окружающей среды.

На основе микроклиматической оценки территории города дополнительно рассчитывают возможные влияния

элементов города на микроклиматические условия. Например, на территории жилых групп, микрорайонов и районов определяют инсоляционный режим, составляющие радиационного баланса для разных участков городской застройки, учитывая этажность, разрыв между зданиями, альбедо отдельных элементов застройки и благоустройства. Разработанные методы расчета и моделирования аэрационного режима позволяют проектировщику отбирать эффективные для различных климатических условий приемы застройки и озеленения.

В генеральном плане города Ташкента и пригородной зоны комплексно решены социальные, экономические, технические и эстетические задачи развития города. Предусмотрено дальнейшее развитие Ташкента как крупнейшего города, регионального центра Средней Азии; специализация промышленности; вывод из города или изменение профиля вредных в санитарном отношении предприятий, а также ликвидация мелких, технически отсталых производств. Важнейшими градообразующими факторами должны стать сферы управления, науки, культуры и образования. Разработаны положения по оптимальному развитию планировочной структуры: рациональной, комплексной организации жилых районов, производственных зон, систем общественного обслуживания, транспорта, инженерного оборудования и энергетики. Дальнейшее совершенствование архитектурно-планировочной структуры Ташкента предусматривает приближение жилища к местам работы трудящихся, комплексное решение вопросов труда, быта и отдыха населения, формирование крупных районов. Намечается реконструкция и развитие общегородского центра с переходом от моноцентрической структуры к полицентрической — создание системы центров, включающей исторически сложившиеся и вновь создаваемые в планировочных районах. Новое жилищное, культурно-бытовое и коммунальное строительство планируется на свободных землях (комплексное развитие Сергелийского района), а также в сложившейся части города за счет реконструкции районов старогородской застройки. Намечено оздоровление городской среды и пригородной зоны.

Развитие транспортного узла города Ташкента предусматривается за счет расширения исторически сложившейся радиальной уличной сети и создания новой системы скоростных дорог большой пропускной способности,

строительства новых линий метрополитена. Дальнейшее развитие получают водоснабжение, канализация, электро-снабжение, телефонизация.

Города, особенно крупные, имеют свой микроклимат, существенно отличающийся от климата окружающей территории:

1) каменные и асфальтовые дорожные покрытия и высокие каменные здания летом нагреваются и обильно излучают тепло (среднегодовая температура воздуха в городе выше на $1-3^{\circ}$, а относительная влажность ниже на $5-10\%$);

2) восходящие потоки над городом вызывают в тихую погоду приток прохладного воздуха от периферии к центру;

3) многоэтажная застройка вдвое и более уменьшает скорость ветра;

4) задымление атмосферного воздуха снижает солнечную, в частности ультрафиолетовую, радиацию. Потери последней могут достигать $20-50\%$.

Однако свободная застройка, обводнение, озеленение, борьба с задымлением могут значительно улучшить микроклимат города: снизить высокие летние температуры воздуха и окружающих поверхностей, повысить влажность, уменьшить потери солнечной радиации, сделать более благоприятным ветровой режим.

Значительное влияние на микроклимат оказывает рельеф. В зависимости от рельефа отдельные участки территории имеют разную ориентацию склонов и различный наклон по отношению к солнечным лучам и отсюда — они по-разному нагреваются и освещаются Солнцем: ориентированные на юг склоны больше получают солнечной радиации, лучше освещаются и обогреваются, северные же склоны — меньше получают лучистой энергии, поэтому самые холодные.

В северных и средних широтах скапливающийся в низинах более холодный и обычно более влажный воздух делает их малопригодными для жилой застройки. Наоборот, в жарком климатическом поясе такой воздух снижает летние температуры, улучшает микроклимат расположенных в долинах городов и сел.

Возвышенности (горы, холмы, сопки) уменьшают скорость ветра и защищают расположенные с подветренной стороны населенные пункты от сильных холодных или жарких ветров. Совершенно ровный плоский рельеф

затрудняет сток атмосферных вод, что нередко ведет к затоплению улиц, дворов и зданий, заболачиванию территорий. Наоборот, покаты́й рельеф с умеренными уклонами способствует быстрому стоку, облегчает прокладку водопроводных и канализационных труб.

Волнистый характер местности придает ей более живописный вид и помогает архитектурно-художественному оформлению города.

Города, расположенные в котловинах, из-за частых инверсий температуры воздуха особенно страдают от загрязнения атмосферы в результате застоя холодного воздуха внизу и туманов. В таких городах рекомендует-ся строить жилые кварталы на более высоких склонах.

Для улучшения микроклимата города велико значение почвы, так как солнечная лучистая энергия, падая на нее, частично отражается (в зависимости от альбедо поверхности), а большая же часть поглощается, превращаясь в тепловую энергию. От нагретой почвы излучением и конвекцией нагревается и прилегающий к ней слой воздуха. Обнаженная почва летом теплее, а зимой холоднее, чем почва, покрытая растительностью; полуденные температуры воздуха над покрытой растительностью почвой смягчаются, становятся более умеренными.

Благоприятно влияют на микроклимат местности реки и озера: они снижают температуру воздуха, так как вода не нагревается так сильно, как почва, повышают влажность воздуха. Обилие водных источников благоприятствует озеленению населенного пункта. Наконец, водное зеркало, озелененные берега, песчаные пляжи и благоустроенные набережные разнообразят архитектуру города и придают ей выразительность.

При отсутствии естественных открытых водоемов и для улучшения микроклимата и придания городу красочности строят водохранилища, пруды, бассейны.

Естественные зеленые массивы — леса, рощи, луга — улучшают микроклимат, ослабляют силу ветров, служат мощным резервуаром чистого воздуха, а для населения — местами отдыха и общения с природой. Если при строительстве нового или расширении существующего города в его территорию включаются леса и рощи, должны быть приняты все меры для их сохранения. В тех случаях, когда застройка города проводится на уже

облесенных участках, это должно быть учтено в проектных документах.

Открытые пространства, занятые растительностью, водоемами и различными формами рельефа, в связи с искусственно созданными элементами играют большую роль в достижении эстетической, эмоциональной выразительности облика города, комфорта среды для жизни населения. Поэтому при проектировании необходимо исходить из архитектурно-ландшафтных качеств природных факторов городской территории. В большом городе важно использовать любую возможность пространственного обогащения застройки включением в нее элементов природного ландшафта. При этом застройка должна гармонизировать с природным ландшафтом.

Города возводят в местностях, имеющих не только благоприятные природно-климатические условия для образования в их структуре открытых пространств, но и на территориях, которые бедны природой, лишены водоемов и насаждений, либо с деформированным естественным ландшафтом, нуждающимся в целенаправленных изменениях, и др. Этим объясняется необходимость различного подхода к использованию и способам освоения участков при решении вопросов создания водных пространств и организации зеленых зон отдыха на прибрежных полосах: сохранение и минимальное видоизменение существующих природных условий с ценными ландшафтными качествами; улучшение, реконструкция не вполне подходящих естественных условий; коренное преобразование территорий с непригодными природными условиями. Так, в городе Шевченко (на полуострове Мангыш-лак) человек подарил природе зелень, воду, прохладу, жизнь. Раньше на этом месте располагались безжизненные пустыни и господствовали сухие ветры.

К городу, как к зоне постоянной жизни человека, должны предъявляться следующие требования: он должен быть зоной здоровья, центром производства, культуры, управления и одновременно архитектурно выразительным.

Оптимальным, по мнению гигиенистов, является город с населением до 500 тыс. жителей. При огромной концентрации промышленности нельзя добиться необходимой очистки выбросов даже при высокой технической эффективности. Остаточные валовые выбросы остаются слишком значительными, а предприятия, как правило,

размещаются на сравнительно небольшом расстоянии от жилья.

Увеличение городского населения потребует создания новых типов поселений, производственной зоны, научных и учебных центров, жилищ в комплексе со всеми видами социально-культурного обслуживания населения, новых инженерных и транспортных коммуникаций.

Люди чувствуют себя неуютно в бетонных сооружениях, какими бы сверхсовременными они ни были. Поэтому города будущего должны представлять собой города-сады, города-парки, должны быть полны солнца и зелени, удобны и уютны.

В городе будущего все основные функциональные элементы — предприятия, жилые комплексы, учреждения спорта и отдыха — должны быть четко зонированы. Для городского транспорта более широко будет использоваться подземное пространство, а поверхность земли — предоставляться жителям города. Жилые дома, здания и сооружения целесообразно строить на свободно стоящих опорах без застройки первых этажей исходя из принципа: минимум застроенной территории, максимум озелененной и свободной земли, а также использованного воздушного и подземного пространства.

Ландшафты современного города относят к ландшафтам преобразованным, культурным, где элементы, привнесенные в результате деятельности общества, преобладают над естественными, природными. Городской ландшафт иногда называют ландшафтом урбанизированным, подчеркивая этим крайние формы его преобразования и черты искусственности.

В решении таких градостроительных вопросов, как разработка архитектурно-планировочной структуры города с максимальным учетом и выявлением природных факторов, создание развитой водно-зеленой системы, регулирующей санитарно-гигиенический режим, индивидуализация образа современного города, большую роль играет ландшафтная архитектура. Она оказывает существенное влияние на эстетический облик города, его благоустройство и санитарно-гигиеническое состояние.

Значительно разнообразить городские пейзажи позволяет рельеф местности, умение зодчих с помощью градостроительных средств выгодно подчеркнуть и использовать красоту ландшафта. При проектировании городов важно увязать в одно целое рельеф местности,

водные поверхности и скалистые обнажения. В комплексе, создаваемом для человека, необходимо сберечь богатства природы, выгодно выделить все, что способствует сохранению здоровья, эстетическому наслаждению.

Проблема гармонизации жизненной среды особенно актуальна для крупных городов и их пригородных зон.

Современному городу необходимо вернуть прилегающие к нему обширные участки природного ландшафта в виде открытых озелененных и водных пространств, благоприятных для создания садов, парков, зон отдыха.

Природный ландшафт Ташкентского региона, возможности его обживания и использования оказывают существенное влияние на экологическую обстановку. Экстенсивный тип хозяйственного развития в условиях дефицита природных ресурсов, сложной демографической ситуации, огромных масштабов преобразования ландшафта может привести к недопустимым антропогенным нагрузкам и в итоге — к нарушению экологического равновесия и экологическому кризису. Ташкентский регион близок к исчерпанию уже в недалекой перспективе своего показателя демографической емкости по основным видам природных ресурсов, что делает особенно актуальной разработку комплексных мероприятий по улучшению в этом регионе экологической обстановки.

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ГОРОДА

При планировке городов проводят зонирование территории по видам ее использования. Выделяют следующие функциональные зоны: селитебную, промышленную, коммунально-складскую, внешнего транспорта (рис. 18).

Функциональное зонирование имеет большое значение при реконструкции городов. Во многих городах промышленные предприятия и иные объекты размещаются вблизи жилых районов, нередко не имеют собственных, соответствующих современным требованиям санитарно-защитных зон и др. В этих условиях проектные решения должны предусматривать меры по упорядочению функционального зонирования территории: постепенную ликвидацию нерационального размещения промышленной и коммунально-складской зон, зоны внешнего транспорта относительно селитебной; вывод из населенного

пункта вредных в санитарном отношении предприятий, объектов транспорта, складов и др.

Малые города по народнохозяйственным функциям могут быть промышленными, административными, организационно-хозяйственными и обслуживающими центрами сельскохозяйственных или рекреационных территорий; городами рекреационного назначения, науки и смешанного типа.

Выделяют III группы малых городов: с населением до 10, от 10 до 20 и от 20 до 50 тыс. человек. В городах I группы выделяют только селитебную зону, включающую общественный центр, а также промышленную или промышленно-аграрную зону. Для малых городов II и III групп характерна более детальная архитектурно-планировочная организация территории. В них выделяют те же функциональные зоны, как и в более крупных городах: жилую, общественного центра, общегородскую зону отдыха, промышленную, коммунально-складскую и внешнего транспорта.

В малых городах сельскохозяйственного назначения выделяют аграрно-промышленную зону (предназначенную для размещения сельскохозяйственных предприятий, аграрно-промышленных комплексов, предприятий и учреждений по обслуживанию сельского хозяйства района), в малых городах рекреационного назначения —

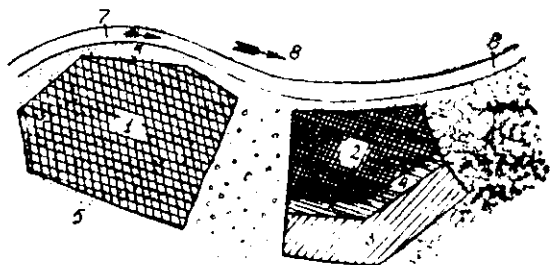


Рис. 18. Пример взаимного расположения основных функциональных зон города:

1—селитебная территория; 2—промышленная зона; 3—складская зона; 4—зона внешнего транспорта; 5—зеленая зона отдыха; 6—санитарно-защитная зона; 7—направление течения реки; 8—направление господствующих ветров в самый жаркий квартал (месяц) года.

курортную зону или зону учреждений отдыха (где располагаются санатории, дома отдыха, детские оздоровительные учреждения и обслуживающие их объекты), а в малых городах научного профиля — зону научно-исследовательских учреждений и экспериментальных производств.

Такое разнообразие архитектурно-планировочной организации малых городов различного профиля должно учитываться при оценке проектов их планировки и застройки. Малые города компактны, приближены к природе; в них объединено несколько функциональных зон (промышленная и коммунально-складская, промышленная и аграрно-промышленная и др.), удобнее пешеходные связи между различными зонами.

Промышленная зона предназначается для размещения промышленных предприятий и связанных с ними объектов. Здесь предполагается удобная транспортная и пешеходная связь с местами расселения трудящихся, занятых на этих предприятиях; рациональные условия обслуживания предприятий внешним и внутригородским транспортом, не расчлененным транзитными железнодорожными путями и автомобильными дорогами общей сети.

На территории промышленного района размещают промышленные предприятия, теплоэлектростанции, линии электропередачи, крупные гаражи и автобазы; конструкторские бюро с опытными производствами; учебные центры по подготовке и переподготовке кадров на базе производства и другие объекты, связанные с научно-техническим обслуживанием предприятий; подъездные железнодорожные пути и станции; автомобильные дороги, обеспечивающие внутренние и внешние транспортные связи; грузовые причалы, пристани и другие транспортные объекты и сооружения; инженерные сети и сооружения, а также технические полосы и эстакады для производственно-технических коммуникаций; учреждения и предприятия по обслуживанию работающих в данном промышленном районе.

Предприятия в промышленных районах как вновь строящиеся, так и реконструируемые независимо от ведомственной принадлежности и характера производства, когда это закономерно и экономически целесообразно, объединяют в группы предприятий с общими объектами вспомогательных производств и хозяйств. На территории

промышленного района могут быть размещены одна или несколько групп промышленных предприятий. Однако чрезмерная их концентрация обуславливает повышение мощностей и суммацию вредностей. Поэтому при группировке предприятий кроме технологических признаков принимают во внимание и некоторые санитарные показатели (например, возможность влияния отдельных химических предприятий на продукцию пищевых объектов). Предприятия, выделяющие агрессивные газы и пыль, удаляют от других предприятий во избежание их вредного влияния на работающих и производимую ими продукцию.

Размещать промышленные комплексы и отдельные предприятия, выбрасывающие вредные вещества в атмосферу, следует подветренно по отношению к жилой территории, т. е. таким образом, чтобы господствующие ветры дули в направлении от жилой зоны к промышленной. При этом ориентироваться следует на среднегодовую розу ветров или в зависимости от специфики комплекса или объекта — на одну из сезонных роз ветров (летнюю, зимнюю), построенных на основании многолетних наблюдений; обязательно учитывать не только многолетнюю розу ветров, но и вероятность ее изменения.

Промышленные районы (производственные зоны) с предприятиями, загрязняющими поверхностные воды, размещают по течению реки ниже жилых территорий и санитарно-курортных мест.

Для улучшения процессов рассеивания выбросов в атмосферу предприятия целесообразно располагать на более высоких отметках, увеличивая тем самым фактическую высоту выброса. Предприятия с загрязненными промышленными площадками во избежание смыва загрязнений ливневыми водами на жилую территорию располагают на более низких отметках.

Предприятия, более вредные в санитарном отношении, взрыво- и пожароопасные следует располагать в отдаленной от селитебной зоны части промышленного района и с подветренной стороны по отношению к другим предприятиям.

Промышленные районы можно располагать с одной стороны селитебной зоны, в основном в небольших городах и поселках, с учетом господствующих ветров. В этом случае можно в известной мере избежать отрицательно-

го влияния производственных факторов (вредные выбросы в атмосферу, шум и др.) на население.

Иногда промышленные районы находятся с диаметрально противоположных сторон населенного пункта. При этом может образоваться чересполосица из промышленных и жилых районов, что с санитарно-гигиенической точки зрения недопустимо.

Промышленные районы рекомендуется размещать на землях несельскохозяйственного назначения или малоприспособных для сельского хозяйства. При отсутствии таких земель под промышленные районы занимают участки сельскохозяйственных угодий худшего качества, земли государственного лесного фонда с малоценными насаждениями. Особые требования прежде всего предъявляют к промышленным районам, располагаемым на прибрежных территориях, при наличии грузовых причалов, зон санитарной охраны, источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, зон округов санитарной охраны курортов, а также если в их состав входят предприятия — источники загрязнения окружающей среды.

Выделяемые промышленными предприятиями вредные вещества не должны оказывать отрицательного влияния на здоровье и санитарные условия жизни населения, оборудование и продукцию расположенных поблизости предприятий. Большое значение имеет внедрение более совершенной технологии производства и оборудования, применение наиболее эффективных средств и установок по улавливанию и утилизации производственных выбросов и отходов.

В ряде случаев, если не соблюдаются санитарные нормы проектирования промышленных предприятий, следует изменить профиль производства. Так, при размещении промпредприятий в городах Ташкентского региона не соблюдались эколого-градостроительные требования, не учитывались ограниченность водных, земельных и других природных ресурсов (например, использование ценнейших ландшафтов поймы р. Чирчик под беспорядочное промышленное строительство в нарушение генплана г. Ташкента или размещение в г. Чирчике химических заводов, вызывающее серьезные нарушения эколого-ландшафтной структуры района).

Селитебная зона предназначена для размещения жилых районов, общественных центров (административных, научных, учебных, медицинских, спортивных и др.).

зеленых насаждений общего пользования. При этом важно оценить достаточность территории для расселения, планировочную структуру селитебной зоны, численность населения жилых районов и микрорайонов, этажность застройки, плотность жилого фонда и др. Границами селитебной территории, как правило, являются естественные или искусственные образования в виде рек, оврагов, зеленых массивов, железных дорог, автострад.

Согласно СНиП II-60-75 размеры селитебной территории устанавливают исходя из средней жилищной обеспеченности населения общей площадью на первую очередь строительства — $13,5 \text{ м}^2$, на расчетный срок — 18 м^2 ; для резервных территорий за пределами расчетного срока — 23 м^2 на 1 человека.

Для очищения воздуха городов немаловажное значение имеет его аэрация. Оптимальной является аэрация при скорости движения воздуха $1\text{--}1,5 \text{ м/с}^2$. На степень подвижности воздуха влияют густота и состав насаждений, развитие кроны, наличие и характер подлеска. Аэрационный режим города можно регулировать рациональным взаиморасположением городских застроек и зеленых пространств, активизируя тем самым проветривание или в случае необходимости защищая город от сильных ветров.

Селитебную зону размещают с наветренной стороны для ветров преобладающего направления, а также выше по течению рек по отношению к промышленным и сельскохозяйственным предприятиям с технологическими процессами, являющимися источниками выделения в окружающую среду вредных и неприятно пахнущих веществ. Преобладающее направление ветров определяют по средней розе ветров летнего и зимнего периодов года (с учетом суточного хода) на основе данных многолетних наблюдений гидрометеорологических станций.

Полное отсутствие проветривания считается нежелательным. Обычно застой воздуха наблюдается в замкнутых каменных дворах без озеленения при квартальной застройке. Ветровой режим можно регулировать этажностью застройки и озеленением территории, при этом значительно изменяя величину так называемой ветровой тени.

При сильных ветрах целесообразно возводить протяженные многосекционные здания, располагая их поперек господствующего направления ветра. Если для тер-

ритории застройки характерны малые скорости ветра, то предусматривают здания преимущественно башенного типа, которые не снижают исходную скорость ветра. Многосекционные здания размещают под углом не более 45° к направлению благоприятного ветра.

Одним из важных требований к планировке и застройке жилых районов и микрорайонов является выполнение санитарных норм инсоляции. В соответствии с этими нормами при проектировании и реконструкции существующей жилой застройки размещать и ориентировать жилые и общественные здания необходимо таким образом, чтобы обеспечивалась непрерывная инсоляция помещения и территории:

для центральной зоны (в диапазоне географических широт $58-48^\circ$ с. ш.) — не менее 2,5 ч в день на период с 22 марта по 22 сентября;

для северной зоны (севернее 58° с. ш.) — не менее 3 ч в день на период с 22 апреля до 22 августа;

для южной зоны (южнее 48° с. ш.) — не менее 2 ч в день с 22 февраля до 22 октября.

В условиях многоэтажной застройки (9 этажей и более) допускается одноразовая прерывистость инсоляции жилых и общественных зданий и при условии увеличения суммарной продолжительности инсоляции в течение дня на 0,5 ч соответственно для каждой зоны.

В жилых домах меридионального типа, где инсолируются все комнаты, квартиры, а также при реконструкции жилой застройки или размещении нового строительства в особо сложных градостроительных условиях (исторически ценная городская среда, дорогостоящая подготовка территории, зона общегородского и районного центров) можно сокращать продолжительность инсоляции на 0,5 ч соответственно для каждой зоны.

В микрорайонах нормы инсоляции должны соблюдаться для всех видов площадок: детских, тихого отдыха, хозяйственных, спортивных. При этом нужно остерегаться излишней инсоляции.

Планировку и застройку селитебной территории городов и других населенных пунктов осуществляют с учетом обеспечения в пределах санитарных норм допустимого уровня шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки. Для снижения шума должен выполняться комплекс мероприятий градостроительного, конструктивного и организационно-адми-

нистративного характера: расположение в планировочной структуре города промышленных предприятий, аэродромов, транспортных магистралей и сооружений и др. с учетом максимального ограничения распространения шума; применение планировочных и объемно-пространственных решений застройки, эффективно использующих шумозащитные качества городской среды, и ограждающих конструкций зданий и сооружений; регламентация пропуска всех видов транспорта по магистральным улицам и дорогам; регламентация мест расположения и времени работы создающих шум агрегатов и механизмов.

В районах прохождения линий метрополитена мелкого заложения необходимо обеспечивать расстояние от наружных стен тоннеля до фундаментов жилых и общественных зданий не менее 40 м; в районах со сложившейся капитальной застройкой при невозможности обеспечения указанного расстояния должны быть осуществлены мероприятия по снижению уровня шума и вибрации в соответствии с требованиями санитарных норм.

Планировка территории селитебной зоны городов должна обеспечивать рациональное размещение жилой застройки, учреждений и предприятий обслуживания, общественных центров, уличной сети и зеленых насаждений общего пользования в целях создания наилучших условий проживания населения и выразительного архитектурного облика города.

Для налаживания качественного транспортного обслуживания жилых кварталов и микрорайонов необходимо правильно организовать движение на их территории и обеспечить хорошую связь с другими районами.

Внутримикрорайонный транспорт классифицируют на 3 группы: 1) легковые автомобили (индивидуальные автомобили, таксомоторы, прикрепленные автомобили учреждений и предприятий); 2) грузовые автомобили по доставке вещей и продуктов в детские ясли-сады, школы, столовые и магазины; 3) автотранспорт специального назначения (автомашины медицинской помощи, пожарной охраны, аварийных служб, для вывоза мусора, уборки и полива территории).

Интенсивность движения этих видов транспорта учитывается при проектировании проездов в микрорайоне и зависит от численности населения микрорайона, площади, количества и расположения жилых домов, уровня

автомобилизации и степени использования автомобилей. Большое влияние на интенсивность движения внутри микрорайона оказывают емкость объектов культурно-бытового назначения, а также размещение их по периметру микрорайона или в центре его территории.

В связи с тем что движение общественного транспорта осуществляется по периметру микрорайона, внутри микрорайона при больших его размерах допускается движение микроавтобусов (маршрутного такси), которые доставляют население к остановочным пунктам городского транспорта и станциям метро.

Общественные центры включают общегородской, специализированные, планировочных и жилых районов, а также общественные центры микрорайонов (учреждения культурно-бытового обслуживания местного значения — для одного или нескольких микрорайонов).

При размещении учреждений обслуживания учитывают климатические условия (например, при жарком климате необходимо соблюдать затенение и проветривание). Для зданий выбирается ориентация с максимальным использованием естественного освещения помещений. Система общественных центров должна формироваться из архитектурных ансамблей и являться неотъемлемой частью планировочной структуры города.

На территории общественных центров городов размещают общественные здания и сооружения районного и городского значения, зеленые насаждения общего пользования, а также площадки для стоянки автомобилей. В пределах общественных центров предусматривают пешеходные улицы, связанные с остановочными пунктами общественного транспорта. При наличии в границах общественного центра памятников архитектуры и культуры следует обеспечить органическое включение их в состав центра.

К специализированным центрам относят научно-исследовательские, медицинские, учебные, музейно-выставочные, спортивные и др. Медицинские центры размещают в благоприятной природной среде, преимущественно в зеленой зоне; научно-исследовательские, учебные, музейно-выставочные и спортивные — в составе центров планировочных районов или в пригородной зоне. В учебные центры помимо университетов и других высших учебных заведений включают общежития для студентов,

дома профессорско-преподавательского персонала, спортивные комплексы и другие учреждения и предприятия обслуживания.

Размер территории общегородского и специализированных центров городов определяют в зависимости от их величины, народнохозяйственного профиля, климатических условий района и значения в системе расселения.

В крупнейших и крупных городах общегородские центры проектируют с учетом использования подземного пространства для размещения в нем транспортных сооружений, площадок для стоянки автомобилей в увязке с наземными зданиями, а также отдельных учреждений и предприятий обслуживания.

Коммунально-складская зона предназначена для размещения торговых складов, предприятий по обслуживанию транспорта, предприятий бытового обслуживания и по использованию вторичного сырья, а также снабженческо-сбытовых баз и складов материально-технического снабжения. Коммунально-складскую зону размещают вне селитебной территории, используя по возможности территории санитарно-защитных зон промышленных предприятий и других объектов.

За пределами городов и их зеленых зон в обособленных складских районах пригородной зоны с соблюдением санитарных, противопожарных и специальных норм предусматривают рассредоточенное размещение следующих складов: государственных резервов нефти и нефтепродуктов I группы; перевалочных без нефти и нефтепродуктов; сжиженных газов; взрывоопасных материалов и базисных складов сильнодействующих ядовитых веществ, продовольствия, фуража и промышленного сырья и др.

Коммунально-складские районы в крупнейших, крупных и больших городах размещают рассредоточенно. Коммунально-складские районы с общетоварными и специализированными складами, а также плодоовощными базами располагаются с учетом обеспечения транспортной связи с жилыми районами и особенно с промышленными районами города.

При реконструкции городов склады и объекты, не отвечающие требованиям санитарных и противопожарных норм, перемещают за пределы селитебной территории в коммунально-складские районы.

Для малых городов централизованные склады, обслуживающие группу населенных пунктов, необходимо

располагать преимущественно в районных центрах или пристанционных населенных пунктах.

Для охраны от загрязнения водных ресурсов важно правильно размещать склады на берегах рек. В частности склады нефти и нефтепродуктов должны находиться по течению реки на 100 м ниже пристаней, речных вокзалов, рейдов, гидроэлектростанций, гидротехнических сооружений. Если все же эти склады по тем или иным причинам размещают по течению реки выше указанного объекта, то разрывы между ними должны быть для складов вместимостью более 50 тыс. м³—3000 м; от 10 до 50 тыс. м³—2000 м, до 10 тыс. м³—1500 м от гидроэлектростанций, судостроительных и судоремонтных заводов и 1000 м — от всех других объектов.

Зона внешнего транспорта служит для размещения транспортных устройств и сооружений (пассажирских и грузовых станций, портов и пристаней и др.). Внешний транспорт проектируют как комплексную систему в органической связи с улично-дорожной сетью и городскими видами транспорта, чем обеспечивается высокий уровень комфорта перевозки пассажиров, экономичность строительства и эксплуатации транспортных устройств и сооружений, а также рациональность местных и транспортных грузовых перевозок.

Территории железнодорожного транспорта. Железнодорожный транспорт представляет собой источник шума, сотрясений, вредных выбросов при тепловой тяге. Железнодорожные вокзалы размещают у основной части селитебной зоны, при этом должна быть удобная транспортная связь с разными районами города или поселка. Нежелательные с санитарно-гигиенической точки зрения явления можно устранить прокладкой трассы железной дороги в глубоких выемках или в тоннелях, а загрязнение окружающей среды легко уменьшить электрификацией железнодорожного транспорта.

Для смягчения указанных неблагоприятных факторов жилую застройку городов и других населенных пунктов отделяют от железнодорожных линий санитарно-защитной зоной (СЗЗ), удаленной на 100 м от оси крайнего железнодорожного пути. Если железнодорожная линия располагается в глубокой выемке, то размеры СЗЗ определяют с учетом обеспечения на территории жилой застройки допустимых санитарных норм шума. Не менее 50% СЗЗ должно быть озеленено. В крупнейших городах на железнодорожных линиях с интенсивным пригород-

ным и внутригородским пассажирским движением остановочные пункты следует размещать вблизи жилых и промышленных районов, мест отдыха и массового посещения.

Для пересадки пассажиров с пригородных железнодорожных линий на линии метрополитена используют совмещенные платформы или короткие пешеходные переходы между платформами разного назначения при общей длине пешеходного пути не более 200 м.

В крупнейших и крупных городах, расположенных на главных железнодорожных магистралях, как правило, предусматривают обходные железнодорожные линии для пропуска транзитных грузовых поездов без захода в город. Новые сортировочные станции размещают за пределами городов, а новые технические станции и парки резервного подвижного состава, новые грузовые станции и дворы, контейнерные площадки — за пределами селитебной территории.

Новые складские здания для долгосрочного хранения грузов нельзя сооружать в пределах селитебной территории. Склады и площадки для навалочных грузов долгосрочного хранения, которые находятся на территории существующих грузовых станций, расположенных в пределах селитебных территорий, подлежат переносу в коммунально-складские зоны.

Территории водного транспорта. В городах, расположенных на побережье морей, рек и озер, большое значение имеет правильность размещения устройств водного или морского транспорта. С одной стороны, они влияют на планировочную структуру населенного пункта, а с другой — могут ухудшать санитарно-гигиенические условия жизни населения в результате загрязнения акваторий, атмосферного воздуха, пляжей и др.

Новые морские и речные порты размещают вне селитебной зоны на удалении не менее 100 м от границы жилой застройки. Пассажирские причалы могут располагаться в черте населенного пункта, а перевалочные районы водно-транспортного узла — вне населенного пункта или на его окраине. Если порт находится в районе городской застройки, следует обеспечить разрывы между отдельными участками порта для выхода к воде. Ширина прибрежной части морского порта должна быть не более 200 м, речного — не более 300 м, пристани —

150 м, специализированных речных портов при массовой перегрузке — 400 м.

Пассажирский район порта должен размещаться ближе к центральной части населенного пункта; грузовые причалы — на периферии жилой застройки; судоремонтные устройства — вне селитебной зоны; склады для хранения угля, нефти, нефтепродуктов и др. — также вне селитебной зоны с подветренной стороны.

Речные порты и судоремонтные заводы не должны располагаться в зонах санитарной охраны основных водозаборных сооружений и выше жилой застройки по течению реки.

Территории сооружений автомобильного транспорта. Пассажирские автовокзалы межгородского сообщения в городах и других населенных пунктах располагают в районах размещения учреждений массового посещения с обеспечением транспортной связи с центром города, рынками и вокзалами других видов внешнего транспорта; в крупнейших и крупных городах — на выходах автомобильных дорог общей сети. При устройстве автовокзалов важно обеспечить защиту жилой застройки от шума и загрязнения атмосферного воздуха, учитывать устройство дорожной сети и организацию транспортного обслуживания населения (удобство транспортного сообщения в городе и затраты времени на доставку населения к месту работы), местные природно-климатические условия и др. Передвижение автотранспортом от места жительства до места работы должно занимать не более 40 мин в крупнейших и крупных городах и не более 30 мин — в остальных городах для 80—90 % пассажиров (в один конец). С учетом этого выбирают транспортные средства. Наиболее широко в проектах планировки и застройки предусматривают использование автобуса, троллейбуса, трамвая. Автобус как наиболее маневренный вид транспорта можно эксплуатировать для различных пассажиропотоков. Троллейбус удобен для больших расстояний, он не загрязняет воздух, однако требует усовершенствованных покрытий улиц и не обладает маневренностью автобуса. Трамвай необходим при пассажиропотоках более 8—100 тыс. человек в час пик в одну сторону.

В последние годы в проектах планировки и застройки городов предусматривают скоростной пассажирский транспорт (экспресс-автобусы, скоростной трамвай, метрополитен, электрифицированная железная дорога).

Экспресс-автобусы используют в городах с населением до 500 тыс. человек. Расстояния между остановками в селитебной зоне могут быть в пределах от 800 до 1000 м, а в СЗЗ — до 2000—3000 м. В городах с населением от 500 тыс. до 1 млн. человек можно проектировать скоростной трамвай с обособленным полотном, заложенным в тоннели в центральных районах города. В городах с населением более 1 млн. человек можно проектировать метрополитен. Остановки общественного транспорта рекомендуется располагать вблизи объектов, интенсивно посещаемых жителями города или поселка.

Правильно организованное движение грузового транспорта способствует уменьшению загрязнения атмосферного воздуха и снижению уличного шума.

Выделяют несколько категорий грузов, перевозимых автотранспортом в черте города: промышленные, строительные, потребительские, топливные и по очистке города.

Проект планировки и застройки города или поселка в зависимости от величины населенного пункта и объема грузов и с учетом санитарно-гигиенических условий (загрязнение атмосферного воздуха, шум и др.) должен исключать перевозку промышленных и строительных грузов по улицам общегородских центров, набережным и площадям (перед общественными зданиями, вокзалами). Для ограничения движения грузового автотранспорта через город или поселок прокладывают специальные дороги по границе города вдоль железнодорожных путей, территорий промышленных предприятий, коммунальных объектов и складов, по малодобным для строительства территориям.

В последние годы отмечается увеличение числа личных автомобилей. В предварительных градостроительных расчетах исходят из того, что в настоящее время на 1000 жителей в городах приходится 40—50 автомобилей, 10—30 мотоциклов, мотороллеров, мотоколясок, а в перспективе число легковых автомобилей будет приниматься равным 150—180, в том числе личных — 135—160.

Гаражи и открытые площадки для постоянного хранения личных автомашин должны располагаться на периферии микрорайонов и на специально выделенных участках в жилом районе, которые удалены от детских игровых площадок, мест отдыха населения, школ и дет-

ских дошкольных учреждений. Лучше всего для размещения гаражей и стоянок для легковых автомашин использовать участки в коммунально-складских зонах, полосах отвода железных и автомобильных дорог, в санитарно-защитных зонах, а также участки, не удобные для жилого строительства. В центральной части населенного пункта стоянки для кратковременного и длительного хранения машин у отдельных общественных зданий и сооружений располагаются на изолированных от транзитного движения территориях. В крупных или крупнейших городах рекомендуется устраивать подземные или полуподземные стоянки в цокольной и подвальной частях административных, общественных и других зданий. Для устранения вредного влияния шума и выхлопных газов стоянки следует отделять от зданий звукоизолирующей стеной, а въезды и выезды должны быть не ближе 15 м от окон рабочих помещений. Однако при их размещении следует учитывать пешеходную доступность не более 800 м (в условиях реконструкции крупных и крупнейших городов — не более 1500 м).

На одну легковую автомашину предусматривают 25 м², мотоцикл с коляской — 8 м², без коляски — 3 м² площади. Площадки застройки и размеры земельных участков гаражей для личных автомашин зависят и от этажности гаражей. Так, для 2-этажного гаража площадь застройки составляет 15 м², для 4-этажного — 8 м², для 6-этажного — 5 м², для 7—9-этажного — 4 м² на одну автомашину.

Сеть сооружений технического обслуживания и ремонта автомашин, автозаправочных станций следует размещать в промышленных и коммунально-складских зонах на магистральных улицах и дорогах.

Город должен располагать развитой сетью гаражей, автостоянок, заправочных станций и станций техобслуживания. Однако при этом неукоснительно должны соблюдаться разрывы между ними и жилой застройкой (табл. 2).

Расстояние от автозаправочных станций с подземными резервуарами до границ участков детских яслей-садов, школ, школ-интернатов, лечебно-профилактических учреждений или до стен жилых домов и общественных зданий должно быть не менее 50 м. Если станция служит для заправки не более 500 легковых машин в сутки, расстояние до указанных объектов может быть

Таблица 2

Санитарные нормы разрывов гаражей, автостоянок и станций техобслуживания от различных типов зданий, м

Типы зданий	Наземные гаражи и площадки при количестве автомобилей			Станции технического обслуживания при количестве постов			
	более 100	100—51	50—21	20 и менее	более 30	30—11	10 и менее
Жилые дома	50	25	15	15	50	25	15
Общественные здания	20	20	15	15	20	20	15
Школы и детские учреждения	1*	1	50	26	1	1	50
Лечебные учреждения стационарного типа	1	1	50	25	1	1	50

*Определяется в каждом случае по согласованию с органами государственного санитарного надзора.

сокращено до 25 м. Гаражи для ведомственных и специальных легковых автомашин, грузовых автомобилей, таксомоторные и автобусные парки, трамвайные и троллейбусные депо должны размещаться в промышленных и коммунально-складских зонах.

Для предприятий по обслуживанию грузовых автомобилей и автобусов городского транспорта санитарно-защитная зона должна быть не менее 100 м, для предприятий по обслуживанию легковых автомобилей и автобусов (исключая автобусы городского транспорта)— 100 м.

ПОДЗЕМНОЕ ПРОСТРАНСТВО ГОРОДА

Стремительный рост крупных городов приводит к тому, что ресурсы земель, пригодных для застройки, быстро истощаются. Происходит постепенное отчуждение новых участков и ликвидация ранее освоенных сельскохозяйственных угодий. Возникает опасность частичного, а в некоторых случаях и полного уничтожения естественного ландшафта, резко ухудшается санитарно-гигиеническое состояние городов из-за недостаточной инсоляции, озеленения и т. д. В связи с этим важно комплексное

использование подземного пространства города, что значительно улучшит проживание населения.

Сооружения, размещаемые в подземном пространстве, можно классифицировать: по назначению и характеру использования, условиям эксплуатации; месту расположения в плане города и взаимосвязи с наземными сооружениями; конструктивной и объемно-планировочной схеме; количеству подземных ярусов и глубине залегания от поверхности земли и др.

По назначению и характеру использования различают следующие подземные сооружения:

- инженерно-транспортные объекты и коммуникации (рельсовые пути, линии метрополитена и скоростного трамвая, железные дороги, тоннели для автомобильного движения и пешеходные и др.);

- зрелищные, спортивные и другие общественные сооружения (кинотеатры, концертные, выставочные и спортивные залы и др.);

- предприятия торговли и общественного питания (рестораны, закусочные, универмаги, рынки, торговые центры и др.);

- предприятия коммунально-бытового обслуживания и связи (пункты проката, мастерские, парикмахерские, приемные пункты химчисток и прачечных, почта, телефон и др.);

- объекты складского хозяйства (склады, холодильники, различного рода резервуары и др.);

- объекты промышленного назначения и энергетики (отдельные цехи заводов, лаборатории, тепловые электро- и гидроэлектростанции и др.);

- объекты инженерного оборудования (трубопроводы водо-, тепло и газоснабжения, канализации, кабели различного назначения и др.).

Подземные сооружения транспортного назначения, получившие распространение в крупнейших, крупных и больших городах, предназначены для беспрепятственного движения пешеходов и транспорта, обслуживания и хранения различных транспортных средств.

По условиям эксплуатации подземные транспортные сооружения подразделяются на три основные группы: для движения пешеходов (пешеходные тоннели и залы); организации непрерывного движения городского транспорта (тоннели, развязки, путепроводы и т. п.); временного и постоянного хранения и технического обслужива-

ния всех средств городского транспорта (депо, гаражи, стоянки, станции обслуживания). На рис. 19 показаны варианты разделения путей пешеходов и транспорта.

Внеуличные пешеходные тоннели обеспечивают безопасность движения пешеходов в городе, возможность пересечения проезжей части городских улиц и площадей без задержек у светофоров, а транспорт на перекрестках и площадях—без остановок, что увеличивает пропускную

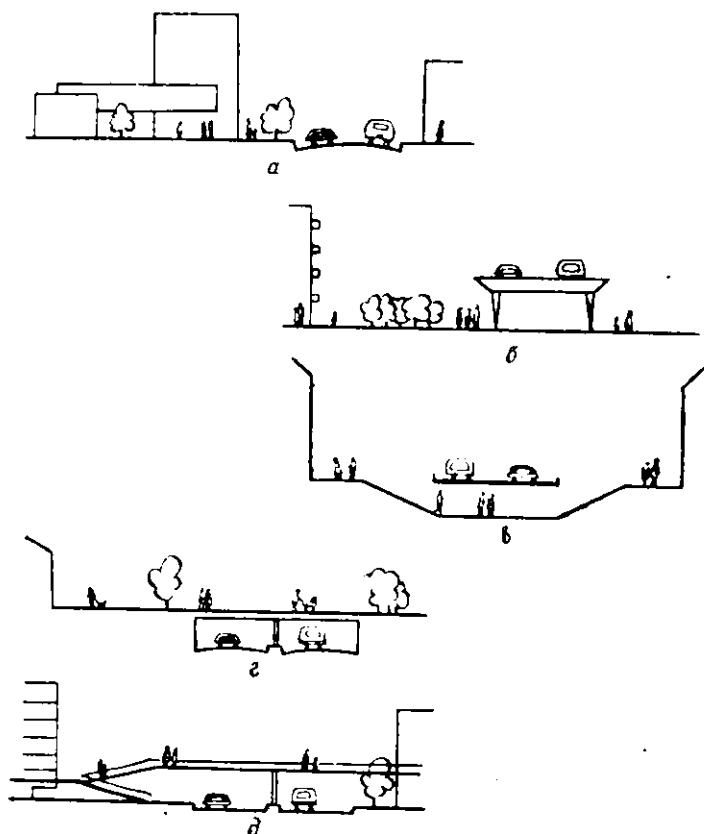


Рис. 19. Варианты разделения путей пешеходов и транспорта:

а — автомобили и пешеходы движутся на одном уровне; б — транспорт движется по эстакадам, а пешеходы под ним по поверхности земли; в — транспорт движется на уровне земли, а пешеходы под ним в тоннелях; г — транспорт проходит в тоннелях, а пешеходы над ним по поверхности земли; д — транспорт движется по поверхности земли, а пешеходы над ним по эстакадам.

способность улично-дорожной сети и среднюю скорость городского движения.

Подземные пешеходные переходы позволяют соединить, а также наиболее рационально и компактно разместить пересадочные узлы между сооружениями внешнего и городского транспорта, между станциями метрополитена, железной дороги, скоростного трамвая и остановочными пунктами уличного транспорта (автобус, троллейбус, трамвай) и, следовательно, обеспечить создание единой взаимосвязанной транспортной сети.

Строительство подземных и полуподземных гаражей и стоянок в городах вызвано необходимостью приблизить места хранения транспортных средств к обслуживаемым ими учреждениям при дефиците наземных территорий и к их владельцам.

Размещение предприятий торгово-бытового назначения и зрелищных объектов в подземном пространстве городов обеспечит всестороннее и комплексное обслуживание населения в местах интенсивных переходных потоков и в первую очередь — в общественных центрах, где сосредоточено, как правило, большое количество учреждений и предприятий. Они могут размещаться в комплексе с транспортными узлами и подземными пешеходными переходами, а также под зданиями различного назначения.

Большое значение для крупных городов имеет строительство под землей холодильников и складов, так как при этом значительно экономятся городские территории, а в этих подземных объектах легче, чем в наземных условиях, поддерживать постоянную температуру в течение всего года.

При строительстве промышленных и коммунальных складов в подземном пространстве их можно размещать в центре нагрузок, ближе к транспортным коммуникациям и с учетом дислокации потребителей сохраняемой продукции. Эти склады должны иметь отдельные отсеки с надежной изоляцией между ними, подъезды для железнодорожного и автомобильного транспорта, особые вентиляционные устройства. Необходимо соблюдение специальных мер противопожарной безопасности.

В подземном пространстве может размещаться оборудование, являющееся источником интенсивного шума.

В планировке и застройке городов подземное про-

странство используется главным образом для прокладки трубопроводов и кабелей, сооружения подземных транспортных и пешеходных тоннелей на пересечениях магистралей с интенсивным движением транспорта, метрополитена.

При использовании подземного пространства в жилой застройке в нем можно размещать объекты инженерного оборудования микрорайона. Это позволяет улучшить планировку жилого массива, экономно использовать городскую площадь, уменьшить протяженность коммуникаций и дает возможность освободить окружающую территорию от разнотипных, неэстетичных коммунальных сооружений.

Подземная урбанистика — не дань моде. Выразительность, законченность ансамблей городской застройки станут более заметными, когда уйдут под землю отнюдь не украшающие улицы склады, автостоянки, коробки центральных тепловых пунктов и другие подсобные и инженерные сооружения. На их месте можно устроить цветники, разбить сквер, оборудовать детскую площадку. У архитекторов есть такое выражение: «раскрыть застройку». Оно означает, что на подступах к интересному зданию или ансамблю не будет мешающих целостному восприятию незначительных сооружений (склады, гаражи и т. д.). А именно их прежде всего и намечено убрать в нижний этаж (рис. 20).

Подземные застройки обходятся дороже наземных. Поэтому трудно предполагать, что все предложения проектировщиков сразу будут приняты. Схема использования подземного пространства рассчитана не на один год. Причем в каждом конкретном случае необходимо определить экономическую целесообразность того или иного сооружения.

В объектах обслуживания, размещенных в подземном пространстве, должно работать как можно меньше постоянного персонала. Особые требования предъявляются и к освещению подземного пространства: осветительные установки подземных объектов должны обеспечивать видимую или иллюзорную связь с внешним миром устройством световых колодцев или ложных светопроемов; оптимальные уровни освещенности, соответствующие спектральным особенностям применяемых люминесцентных источников света; оптимальные соотношения видимого и ультрафиолетового излучения в световом потоке;

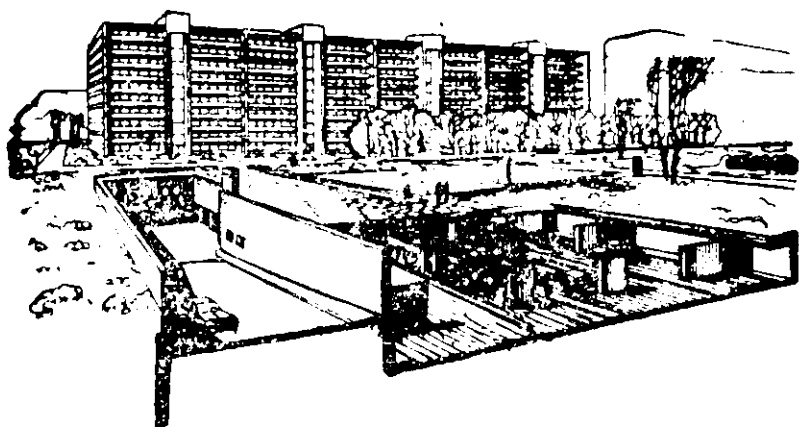


Рис. 20. Вариант проекта использования подземного пространства в районе жилой застройки.

яркостные и цветовые контрасты не должны вызывать ощущения дискомфорта; должна отсутствовать микропульсация освещенности с частотой, вызывающей утомляемость людей.

В подземном пространстве важно соблюдать санитарные требования, связанные с пребыванием людей под землей (постоянное, временное), особенностями размещаемых объектов (характер вредности и др.). Так, в подземном пространстве нельзя размещать объекты, выделяющие вредные вещества на уровне выше ПДК для воздуха рабочей зоны, а также промышленные и торговые объекты, связанные с длительным пребыванием людей. Выбросы отработанного воздуха из подземных сооружений не должны неблагоприятно влиять на население и окружающую городскую среду.

Не менее важно и устройство надземных систем приточно-вытяжной вентиляции, обеспечивающей многократный обмен воздуха согласно действующим нормам. Вентиляционные системы оборудуются кондиционерами, а в ряде случаев озонирующими и ионизирующими устройствами.

В транспортных автомобильных тоннелях пешеходов необходимо надежно изолировать от потоков автомашин, выделяющих отработавшие газы. Это можно осуществить путем устройства специальных шлюзов и камер в

местах сопряжения подземных транспортных коммуникаций с объектами торгово-бытового и коммунального обслуживания.

Широкое использование подземного пространства в градостроительстве способствует улучшению социальной организации и условий жизни населения, а также созданию комплексных, рационально спланированных, удобных и экономичных городов. В результате комплексного подземного строительства высвободятся значительные площади городских земель, увеличится скорость передвижения и оборачиваемость транспортных средств, повысится безопасность движения за счет разделения транспортных и пешеходных уровней, повысится рентабельность предприятий торговли, общественного питания, зрелищных объектов благодаря размещению их в комплексе с транспортными узлами в зонах интенсивного движения пешеходов.

При неправильном же использовании подземного пространства может возникнуть опасная экологическая ситуация. Например, такая ситуация сложилась в метро (на станциях «Чкаловская» и «Сельмашская») г. Ташкента в 1990 году. Еще в 1988 году машинисты поездов жаловались на появление в воздухе метрополитена необычных запахов, на ухудшение самочувствия во время работы, головную боль, головокружение, вялость, тошноту, сухость и першение в горле и др. Обращавшимся ставили диагноз острого отравления. При обследовании в пробах их крови обнаружено превышение оксида углерода в 6—8 раз.

Как показала специально организованная комиссия, основная причина попадания токсичных веществ в тоннельные коммуникации — неочищенные промышленные стоки Ташкентского авиационного производственного объединения имени Чкалова (ТАПОиЧ). Этот завод был построен более 50 лет назад, и очистные сооружения на нем практически отсутствовали. А ведь в ряде цехов производятся процессы хромирования, хлорирования, хлористоаммонийного и цианистого кадмирования, никелирования и др. Здесь же зарыты в землю емкости с растворителями, горюче-смазочными материалами, кислотами, щелочами, из которых идет утечка жидкости. Неочищенные стоки сбрасываются в канализационный коллектор, проходящий у станции «Чкаловская», с превышением в два-три раза разрешенного объема сброса вод в

городскую канализацию. Кроме того, техническое состояние коллектора не отвечает требованиям.

В ходе тщательных исследований в атмосфере тоннеля обнаружили высокие концентрации шестивалентного хрома, метана, пропана, гексана, хлористого водорода, аммиака, диоксида азота, фенола, сероводорода, которые и давали токсичный эффект. При выпадении осадков вместе с грунтовыми водами вредные стоки попадали внутрь метро, разлагались и образовывали токсичные смеси газов.

В настоящее время Ташметрополитеном улучшена система вентиляции; очищены дренажные лотки, сокращено время работы персонала на станции и он обеспечен средствами индивидуальной защиты. Проведены также работы по локализации ситуации на станции: изолированы стыки в бетонном тоннеле и над ним возведен саркофаг, чтобы вода впредь не проникала внутрь; пробурено три скважины, через которые насосами откачиваются грунтовые воды; ликвидируется склад горюче-смазочных материалов и кислот.

ЗЕЛЕННЫЕ НАСАЖДЕНИЯ

Главными функциями зеленых насаждений современного города являются санитарно-гигиеническая, рекреационная, структурно-планировочная, декоративно-художественная. Зеленые растения, активно поглощая загрязняющий воздух вещества, улучшают его санитарно-гигиенические свойства. Летом фоновое загрязнение снижается (почти в два раза). Обязательные требования к системе озеленения — равномерность и непрерывность. К основным элементам системы озеленения города относятся парки, сады, озелененные территории жилых и промышленных районов, набережные, бульвары, скверы, защитные зоны.

При проектировании новых и реконструкции существующих городов предусматривают максимальное сохранение и использование существующих зеленых насаждений (табл. 3).

В крупнейших, крупных и больших городах наряду с общегородскими парками предусматривают районные и специализированные — детские, спортивные, ботанические, зоологические и другие с учетом удовлетворения потребности населения всех возрастов в разнообразных ви-

Таблица 3

Площадь зеленых насаждений общего пользования
на селитебной территории городов на одного человека, м²

Зеленые насажде- ния	В крупней- ших, круп- ных и боль- ших горо- дах		В средних городах		В малых городах и поселках		В городах- курортах	
	на первую очередь	на расчет- ный срок	на первую очередь	на расчет- ный срок	на первую очередь	на расчет- ный срок	на первую очередь	на расчет- ный срок
Общегородские	5	10	4	6	7	7	12	15
В жилых районах	7	11	5	8	—	—	16	20

дах отдыха. Площадь общегородских парков должна быть не менее 15 га, парков планировочных районов — 10 га, садов жилых районов — 3 га, скверов — 0,5 га. В общем балансе территории парков, садов и скверов площадь озеленения территорий должна составлять не менее 70%.

Бульвары и пешеходные аллеи располагают вне транспортных магистралей, в направлении массовых потоков пешеходного движения, оборудуя на них площадки для кратковременного отдыха. Ширина бульваров с одной продольной пешеходной аллеей (дорожкой) не менее 10 м.

Парки, сады, бульвары и скверы должны быть оборудованы водопроводом, канализацией, водостоками, освещением, а также хозяйственными помещениями.

Большое значение имеет соединение внутригородских бульваров, городских и районных парков с загородными лесопарками и лесами в единую непрерывную систему, что обеспечит поступление свежего загородного воздуха во все жилые зоны.

Пространственная композиция Ташкента строится на основе системы важнейших магистралей и узлов общественной и жилой застройки, ритмического чередования открытых и застроенных пространств, включения памятников зодчества в важнейшие композиционные узлы города. Особую роль в градостроительной композиции играют водно-зеленые полосы, где располагаются парки, спортивные сооружения, административно-общественные

комплексы. Главная планировочная ось развития города и всей ташкентской системы расселения — водно-зеленый диаметр вдоль канала Анхор. Вокруг города формируется пригородная зона с местами кратковременного и длительного отдыха.

Наиболее эффективный прием озеленения для климатических условий Ташкента — создание крупных зеленых массивов, в которых значительный процент должны составлять крупнолистные породы деревьев. Именно такие массивы обеспечивают оптимальные условия для человека и оказывают благотворное влияние на формирование микроклимата окружающих пространств. Такими генерирующими здоровье массивами в Ташкенте являются прежде всего парки различного масштаба и назначения.

Парки Ташкента занимают большей частью территории с плоским рельефом, с маловыразительными элементами природного ландшафта. При рациональном использовании земли из-под котлованов зданий можно создавать любой рельеф озелененных территорий в парках. Архитектура земли, воды и зелени — вот парковый триумвират с бесконечными вариациями. Будущее ташкентских парков — в гибкости их функций, необходимых жителям города: это физическая культура и спорт, бассейны и залы, аттракционы и др.

Для формирования зеленых зон, которые бы отгораживали жилые массивы от наиболее напряженных транспортных магистралей и предприятий, целесообразно на одних улицах высаживать приземистые, с округлой кроной деревья, на других — создавать «коридоры» из высоких пирамидальных тополей, своего рода природные аэродинамические устройства.

Зеленые насаждения на территории городской застройки создают благоприятные микроклиматические и санитарно-гигиенические условия; формируют природную среду, необходимую для жизни человека; способствуют функциональной организации городской территории; создают хорошие условия для отдыха на открытом воздухе; предохраняют от чрезмерного перегрева почву, стены зданий и тротуары; повышают художественную выразительность архитектурных ансамблей.

Велика роль зеленых насаждений в очистке воздуха городов. Дерево средней величины за 25 ч восстанавливает столько кислорода, сколько необходимо для дыха-

ния 3 человек. За один теплый солнечный день гектар леса поглощает из воздуха 220—280 кг углекислого газа и выделяет 180—200 кг кислорода.

С 1 м² газона испаряется до 200 г/ч воды, что значительно увлажняет воздух. В жаркие летние дни на дорожке у газона температура воздуха на высоте роста человека почти на 2,5°С ниже, чем на асфальтированной мостовой. Газон задерживает заносимую ветром пыль и обладает фитонцидным действием. Вблизи зеленого ковра легко дышится. Не случайно в последнее время в практике озеленения все чаще отдается предпочтение ландшафтному или свободному стилю проектирования, при котором более 60% благоустраиваемой территории отводится под газон.

В жаркий летний день над нагретым асфальтом и раскаленными железными крышами домов образуются восходящие потоки теплого воздуха, поднимающие мельчайшие частицы пыли, которые долго держатся в воздухе. А над старым парком, разбитым в центре города, возникают нисходящие потоки воздуха, потому что поверхность листьев значительно прохладнее асфальта и железа. Пыль, увлекаемая нисходящими потоками воздуха, оседает на листьях. Один гектар деревьев хвойных пород задерживает за год до 40 т пыли, а лиственных — около 100 т.

Практика показала, что достаточно эффективным средством борьбы с вредными выбросами автомобильного транспорта являются полосы зеленых насаждений, эффективность которых может варьировать в довольно широких пределах — от 7 до 35%.

Крупные лесопарковые клинья могут быть активными проводниками чистого воздуха в центральные районы города. Качество воздушных масс значительно улучшается, если они проходят над лесопарками и парками. При этом количество взвешенных примесей снижается на 10—40%, что повышает интенсивность ультрафиолетовой радиации на 15—25%.

В зависимости от величины города, его народнохозяйственного профиля, плотности застройки, природно-климатических особенностей породный состав насаждений будет различным. В крупных промышленных центрах, где создается наибольшая угроза санитарному состоянию воздушного бассейна, для оздоровления городской среды в окрестностях заводов рекомендуется

высаживать клен американский, иву белую, тополь канадский, крушину ломкую, можжевельник казацкий и виргинский, дуб черешчатый, бузину красную.

Древесно-кустарниковая растительность обладает избирательной способностью по отношению к вредным примесям и в связи с этим — различной устойчивостью к ним. Газопоглотительная способность отдельных пород в зависимости от различных концентраций вредных газов в воздухе неодинакова. Например, тополь бальзамический является прекрасным «санитаром» в зоне сильной постоянной загазованности. Лучшими поглотительными качествами обладают липа мелколистная, ясень, сирень и жимолость. В зоне слабой периодической загазованности большее количество серы поглощают листья тополя, ясени, сирени, жимолости, липы; меньшее — вяза, черемухи, клена.

Защитные функции растений зависят от степени их чувствительности к различным загрязняющим веществам. Предельно допустимая среднесуточная концентрация сернистого ангидрида, например, для сосны обыкновенной составляет $0,40 \text{ мг/м}^3$, ели обыкновенной и клена остролистного — по $0,70 \text{ мг/м}^3$. Если концентрация вредных газов превышает предельно допустимые нормы, то клетки растений разрушаются. Это приводит к угнетению роста и развития, а иногда и к гибели растений.

При озеленении городской территории необходимо учитывать указанные свойства древесно-кустарниковой растительности, хотя они могут меняться в зависимости от различных факторов: возраста и вида растений, состава газовых выбросов и их концентраций, а также от географических, почвенно-климатических и метеорологических условий.

Существенной качественной особенностью кислорода, вырабатываемого зелеными насаждениями, является насыщенность его ионами, несущими отрицательный заряд, в чем и проявляется благотворное влияние растительности на состояние человеческого организма. Число легких ионов в 1 см^3 воздуха над лесами составляет 2000—3000, в городском парке — 800, в промышленном районе — 200—400, в закрытом многолюдном помещении — 25—100.

На ионизацию воздуха влияет как степень озеленения, так и породный состав растений. Лучшими ионизаторами воздуха являются смешанные 'хвойно-лиственные насаж-

дения. Сосновые насаждения не только в зрелом возрасте оказывают благоприятное воздействие на его ионизацию, но и в молодом. Летучие вещества цветущих растений также способствуют повышению в воздухе концентрации легких ионов. По данным В. Н. Власюка, ионизация лесного кислорода в 2—3 раза выше по сравнению с морским и в 5—10 раз — с кислородом атмосферы городов. Поэтому леса, образующие зеленый пояс вокруг городов, оказывают благотворное влияние на оздоровление городской среды, в частности обогащают воздушный бассейн легкими ионами.

В наибольшей мере способствуют повышению концентрации легких ионов в воздухе акация белая, береза карельская, тополелистная и японская, дуб красный и черешчатый, ива белая и плакучая, клен серебристый и красный, лиственница сибирская, пихта сибирская, рябина обыкновенная, сирень обыкновенная, тополь черный.

К санитарно-гигиеническим свойствам растений относится их способность выделять особые летучие органические соединения, называемые фитонцидами, которые убивают болезнетворных бактерий или задерживают их развитие. Эти свойства приобретают особую ценность в условиях города, где воздух содержит в 10 раз больше болезнетворных бактерий, чем воздух полей и лесов.

Из древесно-кустарниковых пород, обладающих антибактериальными свойствами и положительно влияющими на состояние воздушной среды городов, можно выделить акацию белую, барбарис, березу бородавчатую, грушу, граб, дуб, ель, жасмин, жимолость, иву, калину, каштан, клен, лиственницу, липу, можжевельник, пихту, чинар (платан), сирень, сосну, тополь, яблоню. Фитонцидной активностью обладают и травянистые растения — газонные травы, цветы и лианы.

На интенсивность выделения растениями фитонцидов влияют сезонность, стадии вегетации, почвенно-климатические условия, время суток. Максимальную антибактериальную активность большинство растений проявляет в летний период.

ЗЕЛЕННЫЕ ЗОНЫ

Зеленые зоны — это территории за пределами городской черты, занятые лесами и лесопарками, выполняющими защитные и санитарно-гигиенические функции и яв-

ляющимися местом отдыха населения. Эффективность системы озеленения города зависит от взаимосвязи ее с пригородными зелеными зонами.

В пригородной зоне выделяют лесопарковый пояс — зеленое кольцо, примыкающее к городу и имеющее особый природоохранный режим. Ширина его в зависимости от величины и профиля города и местных природных условий колеблется от 5 до 20 км. Основные функции лесопаркового пояса — оздоровление городской среды и удовлетворение потребности населения в местах кратковременного отдыха. В лесопарковом поясе ограничено строительство, проводится комплекс мероприятий по охране и развитию естественного природного ландшафта (преобразование лесов в лесопарки, создание водохранилищ и т. д.).

Зеленые зоны городов размещают на землях государственного лесного фонда, расположенных за пределами городской черты и включающих площади зон санитарной охраны источников водоснабжения, санитарной охраны курортов, защитных полос вдоль железных и автомобильных дорог, а также запретных полос леса, защищающих нерестилища ценных промысловых рыб. Леса зеленых зон городов относятся к лесам I группы. Для городов, где отсутствуют естественные леса и другие зеленые насаждения, леса зеленых зон создают искусственным путем на землях, не пригодных для сельского хозяйства.

По целевому назначению зеленые зоны городов подразделяют на лесопарковую и лесохозяйственную части.

Размеры лесопарковой части зеленой зоны, га / 100 чел.

<i>Численность населения города</i>	<i>Размер лесопарковой части</i>
От 500 тыс. до 1 млн. человек	25
От 250 до 500 тыс. человек	20
От 100 до 250 тыс. человек	15
До 100 тыс. человек	10

Леса и другие зеленые насаждения, входящие в состав зеленых зон городов, ограничивают естественными рубежами, просеками. На территориях, прилегающих к городам, предусматривают пригородные зоны в качестве резервов для последующего развития городов и размещения объектов их хозяйственного обслуживания, а также зеленых зон для организации отдыха населения, улучшения микроклимата, состояния воздушного бассейна и

санитарно-гигиенических условий. Зеленую зону планируют в едином комплексе с застройкой города. Для городов, входящих в единую систему расселения, создают общую пригородную и зеленую зоны, не допуская при этом слияния населенных пунктов между собой. Так, территория зеленого защитного пояса (ЗЗП) вокруг Ташкента вместе с городом составляет 110 тыс. га, из них Ташкент — 35 тыс. га (3 млн. жителей) и ЗЗП — 75 тыс. га (0,2 млн. жителей). В перспективе намечается преобразование разобщенных небольших парков в непрерывную систему «зеленых» коридоров», пронизывающих весь город, с приданием им рекреационных функций как для активного, так и «тихого» отдыха.

В то же время отсутствие вокруг некоторых городов зеленых защитных зон и единой системы озеленения (вследствие того, что окружающие их земли заняты под сельскохозяйственные культуры) ухудшает их санитарные условия, снижает биологическую продуктивность земли, которая может привести к опустыниванию.

Города, расположенные по берегам рек, включают крупные природные комплексы. Река вместе с озелененными территориями образует мощную структурную ось, расчленяющую отдельные планировочные районы города. Такое композиционное сочетание водохранилищ, рек или каналов, парков, лесов защитного пояса положительно влияет на микроклимат города.

В зоне полупустынь, пустынь и сухих субтропиков, которые отличаются крайней засушливостью и летним перегревом, необходимы солнцезащита и повышение влажности воздуха. Вместе с тем в зависимости от местных условий (предгорья, речные и горные долины и т. д.) система зеленых насаждений должна способствовать либо эффективному проветриванию городской территории, либо ее ветрозащите. Природоохранное значение зеленых насаждений в этой зоне приобретает огромное значение (почвозащита, закрепление песков и т. д.).

В городах-оазисах, расположенных в пустынях, наиболее приемлема линейно-полосовая система озеленения с размещением зеленых массивов на периферии города со стороны горячих ветров в комплексе с искусственным орошением. По возможности формируется развитая система озелененных территорий общего пользования, объединяемая в целостную структуру бульварами, пешеходными аллеями и озелененными полосами вдоль ороси-

тельных каналов, что уменьшает летний перегрев городской территории.

В городах, расположенных в предгорьях с выраженной горно-долинной циркуляцией воздушных масс, оптимальной следует считать равномерно рассредоточенную систему водно-зеленых полос или клиньев в направлении благоприятных ветров с гор. Так, в соответствии с генеральным планом развития Ташкента территория города расчленяется системой водно-зеленых полос вдоль русел основных каналов, которые способствуют проветриванию и являются эффективным средством улучшения общего температурно-радиационного режима города.

Границы пригородной и зеленой зон в каждом отдельном случае определяют в зависимости от величины города, народнохозяйственного значения и перспектив его развития, системы группового расселения, местных природных условий, сложившихся и ожидаемых трудовых и других связей населения.

В пределах городской и пригородной зон допускается размещать промышленные и сельскохозяйственные предприятия, обслуживающие город; склады, государственных резервов, базисные склады продовольствия, фуража, промышленных товаров; сортировочные и грузовые станции железных дорог; высшие и средние специальные учебные заведения, научно-исследовательские институты; водозаборные, очистные сооружения, обеспечивающие благоустройство и нормальное функционирование города и пригородной зоны.

В зеленой зоне находятся лесопарки, загородные парки, сады, питомники и другие виды зеленых насаждений; дома отдыха, пансионаты, мотели и кемпинги, пляжи, физкультурные и спортивные сооружения, туристские, охотничьи, рыболовные базы, детские дачи, зоны отдыха, лесные школы; лечебно-профилактические учреждения (при наличии соответствующих природно-лечебных факторов); дома-интернаты для престарелых и инвалидов. Здесь же размещают здания и сооружения, обслуживающие пригородное лесное и сельское хозяйство; железнодорожные, водные и автомобильные подъезды к городу; подстанции и линии электропередачи. Населенные пункты, расположенные в пределах зеленой зоны, не подлежат дальнейшему территориальному развитию.

В городах безлесных районов вместо зеленой зоны создают с наветренной стороны защитные полосы зеле-

ных насаждений шириной: для крупнейших и крупных городов—500 м, для больших и средних—100 м, для малых городов, поселков и сельских населенных пунктов—50 м.

Площадь лесов для лесопарков в пределах зеленой зоны городов на 1 человека составляет: для крупнейших и крупных городов—200 м², для больших—100 м² и для остальных—50 м².

При размещении домов отдыха в зеленой зоне исходят из проектной численности населения города—центра расселения, городов и других населенных пунктов пригородной зоны с учетом специфических особенностей сельскохозяйственного производства и организации отдыха сельского населения в конкретных условиях данного района.

Лечебно-профилактические учреждения и дома отдыха размещают в зеленой зоне группами, создавая для них единую систему обслуживания, инженерного оборудования и транспорта. Они не должны находиться с подветренной стороны для ветров преобладающего направления по отношению к ближайшим промышленным предприятиям, теплоэлектростанциям, очистным сооружениям городской канализации, а также ниже по течению реки относительно источников загрязнения водоемов.

Расстояния от границ земельных участков санитарно-курортных учреждений и домов отдыха до автомобильных дорог I и II категорий принимают не менее 500 м, а III и IV категорий—не менее 200 м.

Санатории, пансионаты, дома отдыха, детские здравницы не следует располагать в непосредственной близости к местам массового отдыха. Расстояние от санаториев, детских здравниц до мест массового посещения составляет не менее 500 м, от домов отдыха—не менее 300 м.

Автомобильные дороги I, II и III категорий, а также дороги, обслуживающие технологические перевозки промышленных предприятий, независимо от их категории, как правило, должны располагаться за пределами населенных пунктов. При этом расстояние от бровки земляного полотна до линии застройки в поселках и сельских населенных пунктах можно уменьшать до 100 м.

При планировке пригородной и зеленой зон предусматривают проведение комплексных мероприятий по ок-

ране природы и предупреждению загрязнения внешней среды, по инженерной подготовке территорий, улучшению их санитарного состояния, озеленению и благоустройству (расчистка русел, регулирование малых рек и водоемов, устройство прудов, осушение заболоченных территорий и др.).

Поскольку пригородные лесные массивы обычно являются местом отдыха горожан, возникает вопрос о разумном сочетании использования лесов в рекреационных целях с необходимостью их сохранения. Важно также функциональное деление пригородных лесных территорий с учетом санитарно-гигиенических, лесорастительных, рекреационных, заповедных и других характеристик, их местонахождения и транспортной доступности.

Для зон постоянного массового отдыха характерно рассредоточение отдыхающих по большой территории и перенесение части рекреационных нагрузок на территории, отдаленные от мест городской застройки.

Лесные массивы, которые служат местами любительского сбора ягод, лекарственных трав, наблюдения за птицами, необходимо выделять в периодически посещаемые лесные зоны.

Заповедные лесные зоны создают в труднодоступных и малопригодных для отдыха местах, удаленных от транспортных магистралей, для сохранения особо ценных лесных массивов и редкостных участков леса.

Требования к зонам рекреации. На рекреационных территориях могут находиться только те предприятия, деятельность которых не нарушает санитарные условия лечения и отдыха населения. Однако еще нередки случаи размещения рядом с объектами отдыха промышленных предприятий, оказывающих неблагоприятное воздействие на окружающую среду.

Правильное освоение территории, выделенной для рекреационных целей, возможно только в том случае, если будут выделены зоны лечения и отдыха, намечены границы и состав соответствующих территориальных структурных единиц: зона, район, комплекс, база, учреждение, место отдыха.

Эксплуатацию существующих рекреационных мест и освоение новых осуществляют, учитывая влияние антропогенных воздействий, степень устойчивости ландшафтов к этим воздействиям и способность к самовосстановле-

нию, а также рекомендуемые нагрузки на территорию по санитарно-гигиеническим показателям.

С гигиенической точки зрения нецелесообразно чрезмерное сосредоточение учреждений отдыха на отдельных участках зоны. Большая концентрация отдыхающих на ограниченных территориях может не только снизить эстетические качества природного ландшафта и повлечь за собой уничтожение насаждений, но и ухудшить санитарные условия отдыха вследствие загрязнения почвы и открытых водоемов, недостаточных разрывов между зданиями и т. д.

Как показали результаты бактериологических исследований почвы, существует тесная связь между бактериальной загрязненностью территории и ее антропогенной нагрузкой. При одинаковой степени благоустройства наименьшее загрязнение почвы наблюдалось на территории, площадь которой на 1 человека составляла 200 м².

В гигиеническом отношении важно при зонировании территории для размещения отдыхающих учитывать продолжительность и вид их отдыха, а также возраст. Места кратковременного отдыха местного населения должны увязываться с основными районами городского расселения, и их необходимо озеленять. На территориях, выделенных для организации длительного отдыха, должны быть указаны границы участков, используемых для обособленного размещения учреждений различного вида отдыха (стационарный, подвижный, спортивный), так как они различаются режимом работы. На соседних участках целесообразно объединять однотипные учреждения с учетом возраста отдыхающих. При размещении различных учреждений для отдыха важно предусматривать их изоляцию, создание между ними озелененных разрывов, размеры которых могут быть определены по уровню и дальности распространения шума от внутренних источников (примерно 200—300 м).

Согласно генплану в Ташкенте под рекреации рекомендуется осваивать территории, прилегающие к руслам каналов Бозсу, Карасу, Калькауз, Каракамыш. Это парки планировочных зон, рекреации кратковременного отдыха горожан с активными и спокойными зонами, локальными объектами обслуживания. На территории, прилегающей к руслу р. Чирчик, возможно создание специализированных парков с насыщенными объектами

обслуживания в местах примыкания к остановкам скоростного пассажирского транспорта.

Количество отдыхающих на курортах значительно возрастает в летнее время, поэтому наряду со строительством учреждений отдыха круглосуточного функционирования планируют строительство летних городков отдыха, турбаз, курортных гостиниц, мотелей. При проектировании учреждений сезонного функционирования должна быть учтена возможность отдыха семьи с детьми, причем на неограниченный срок.

Каждому учреждению отдыха или прибрежному населенному пункту необходимо иметь самостоятельные подходы к пляжам. Для отдыхающих, приехавших из отдаленных мест проживания и на кратковременный срок, пляжи нужно располагать обособленно.

Ответственным моментом является размещение автотуристических учреждений, так как они являются источником шума и загазованности воздуха выхлопными газами автотранспорта. Наиболее правильным решением считается обособленное размещение их по отношению к другим типам учреждений и населенным пунктам.

Транспортная доступность мест кратковременного отдыха — одно из важнейших условий полноценного отдыха местного населения, поэтому транспортная связь между населенными пунктами и местами курортного лечения и отдыха должна быть удобной.

Транспортная связь внутри района отдыха, а также внешних транзитных магистралей не должна сопровождаться образованием высоких уровней шума и загазованности воздуха токсичными веществами в местах проживания, лечения и проведения досуга. В связи с этим транзитные дороги для автомобильного и железнодорожного транспорта прокладывают в обход прибрежных населенных мест, комплексов отдыха и лечения на расстоянии не менее 5 км от границ усадеб лечебно-оздоровительных учреждений.

Морской порт, железнодорожный и автовокзал с подсобным хозяйством следует объединять и размещать вне жилой зоны населенных мест за пределами комплексов лечения и отдыха.

Значительным источником шума являются внутриобластные аэродромы, что требует продуманного их размещения с соблюдением санитарно-защитных разрывов.

УДАЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Количество твердых отходов, которые обычно накапливаются в быту, зависит от величины города, характера используемых в нем отопительных систем и вида топлива, развития сети общественного питания, степени городского благоустройства, местного климата. В среднем принято считать, что на одного жителя в год накапливается 200 кг мусора. Однако эта цифра может значительно отклоняться в ту или другую сторону.

Каждый знает, как отвратителен тяжелый запах своевременно неочищенной помойки. Его источник — разлагающиеся органические вещества, которые выделяют сероводород, аммиак, меркаптан и другие дурнопахнущие газы. В грязном городе трудно содержать в чистоте жилища и общественные здания.

Твердые бытовые отходы (ТБО) включают разнообразные вещества органического и минерального происхождения: пищевые отходы, использованную бумагу и картон, текстиль, древесину, кости, кожу, резину, пластмассу, металл, стекло, камни. Мусор является благоприятной средой для развития микроорганизмов, вызывающих некоторые инфекционные заболевания. В нем содержатся яйца гельминтов, в теплое время года очень быстро размножаются мухи. Поэтому необезвреженные отходы могут стать источником массового загрязнения окружающей среды.

В общей системе мероприятий по очистке территории важное значение имеет содержание в чистоте городских проездов, улиц, площадей. Для этих целей сконструированы машины различного назначения (поливочные, моечные, подметальные, снегоочистительные и др.).

Сбор и удаление твердых отходов. Первым этапом очистки является ежедневный сбор отходов, для чего в домовладениях предусматривают следующие сооружения:

1. Мусоропроводы, основными элементами которых являются ствол, загрузочные клапаны, мусороприемная камера, система очистки и вентиляции.

2. Мусоросборники дворовые и квартирные. Тип и емкость мусоросборников зависят от количества накапливаемых отходов, этажности застройки, а также способа загрузки и вывоза мусора. Наиболее распространены являются бачки емкостью 110—120 и 210—220 л

или металлические контейнеры емкостью 500—600 л. Их целесообразно размещать по несколько штук на территории двора или квартала.

Важным элементом санитарной очистки является удаление отходов. При вывозной системе все твердые отходы транспортом в установленные сроки (ежедневно или не реже 3-х раз в неделю) независимо от их накопления и без заявок или вызова транспорта вывозятся в специально отведенные места для обезвреживания и утилизации. Это так называемая коммунальная очистка. Сущность ее состоит в том, что мусоросборочные машины по определенному маршруту объезжают кварталы города и забирают имеющиеся отбросы, которые в зависимости от местных условий могут вывозиться по системе несменной и сменной тары. В первом случае мусор из дворовых сборников пересыпают в кузов машины, а при системе сменной тары отбросы погружают на транспорт в тех же контейнерах-сборниках, в которые их собирают во дворе, а взамен оставляют пустые контейнеры.

В некоторых городах используется поквартирная очистка, т. е. система поквартирного сбора мусора, без дворовых сборников. В этом случае мусор собирают в квартирные сборники, а затем жители в установленное время перегружают его в транспорт очистки. Эта система не всегда удобна для жителей, так как время выноса мусора из квартир строго фиксировано.

Для хранения и обслуживания крупногабаритных уборочных машин, мусоровозов и ассенизационных машин отводят земельные участки в коммунально-складских районах, где размещают специализированные гаражно-ремонтные базы, из расчета 80 м² на одну машину. Малогабаритные тротуаруборочные машины хранят на земельных участках, резервируемых под гаражи и площадки для стоянки легковых автомобилей, где на одну тротуаруборочную машину приходится 25 м².

Ни один из применяемых в настоящее время способов сбора и удаления отходов сам по себе не является полностью приемлемым как по санитарно-гигиеническим, так и по технико-экономическим показателям. Несомненно, эти методы в ближайшем будущем будут заменены другими, более прогрессивными — например, вакуумной системой сбора и транспортирования ТБО. Расчеты показывают, что достигнутый при этом эффект может со-

ставить двукратную величину по сравнению с затратами на строительство систем в уже существующих микрорайонах.

Обезвреживание и переработка твердых бытовых отходов. В настоящее время наиболее распространенными сооружениями по обезвреживанию удаляемых из городов ТБО являются полигоны (городские свалки), где отходы складировются на грунт с расчетом на их последующую минерализацию.

Полигоны — природоохранные сооружения, обеспечивающие защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующие распространению болезнетворных микроорганизмов, размещаемые за пределами городов и других населенных пунктов. При выборе участка для устройства полигона ТБО учитывают климато-географические и почвенные особенности. Запрещается размещать полигоны на территории I и II поясов ЗСО водоисточников и минеральных источников; всех трех зон охраны курортов, в местах выхода на поверхность трещиноватых пород и выклинивания водоносных горизонтов, а также в местах массового отдыха населения и размещения оздоровительных детских учреждений.

Для полигона ТБО выбирают ровную местность, включающую возможность смыва атмосферными осадками части отходов и загрязнения ими прилегающих земельных площадей, открытых водоемов, расположенных поблизости от населенных пунктов. Допускается отвод земельного участка под полигон ТБО на территории оврагов, начиная с его верховьев, что позволяет обеспечить сбор и удаление талых и ливневых вод устройством перехватывающих нагорных канав, отводящих эти воды в открытые водоемы.

Санитарно-защитная зона от изолированных и используемых по одному из указанных назначений участков закрытых полигонов до жилой застройки должна быть не менее 100 м.

В результате микробиологических процессов, проходящих в отходах на свалках, возникает так называемый биогаз, приобретающий все большее народнохозяйственное значение: он обладает значительным энергетическим потенциалом (содержание в нем метана достигает 44—66%). Биогаз может быть использован в теплосиловых установках, а очищенный — в газовых турбинах. Срок

окупаемости установки мощностью до 500 м³/ч составляет 3,7—4,6 года.

В мире в настоящее время эксплуатируются 146 установок по извлечению и использованию биогаза, получаемого в результате анаэробного разложения органических веществ на свалках городских отходов. На свалке в Бирмингеме (Великобритания) отходы загружают в отдельно расположенные бункера, врытые в землю. Выделение биогаза начинается через 3 месяца и продолжается в течение 15—20 лет. Каждый бункер производит 17 м³/мин биогаза. После очистки от органических включений и конденсата его подают под давлением 1,75 МПа в газотурбинную установку (ГТУ) мощностью 64,5 МВт, которая работает в автоматическом режиме в течение 8600 ч/год. Срок окупаемости составляет примерно 3 года.

Промышленные методы обработки твердых бытовых отходов. Усовершенствованные свалки не являются радикальным решением проблемы обезвреживания и утилизации бытовых отходов. В настоящее время распространены механизированные методы очистки на специальных заводах. Такой завод действует, например, в Ташкенте.

Обезвреживание твердых бытовых отходов осуществляется методом сжигания. Бытовые отходы из городских домовладений доставляют на завод мусоровозами и разгружают в бункер-накопитель. Отсюда отходы подают в загрузочные воронки, а затем—в топку котлоагрегатов. Отходы сжигают на специальной решетке при температуре 800—1000° С без дополнительного топлива. Образующийся при сжигании шлак транспортируют в специальное помещение. Магнитный сепаратор, установленный на транспортере, извлекает черный металлолом, который пакетируется и реализуется как вторичное сырье. Дымовые газы проходят тщательное обеспыливание в электростатических фильтрах, обеспечивающих степень очистки 96—98%. Выработаемый котлами пар давлением 13 атм с температурой 194°С используется для собственных нужд завода, а его избыток направляется в бройлерную установку для нагревания сетевой воды городской системы теплоснабжения.

Ввод в эксплуатацию мусоросжигательного и мусороперерабатывающего заводов позволил улучшить сани-

тарное состояние домовладений, повысить эффективность использования мусоровозов и снизить затраты на вывоз бытовых отходов из прилегающих к нему районов.

Мусоросжигательные заводы используют принцип слоевого сжигания при температуре до 1000° . В выбросах мусоросжигательных установок практически отсутствуют сернистый ангидрид (содержание серы и в бытовых отходах меньше 1%) и оксид углерода, преобразующийся в углекислый газ в связи с большим избытком воздуха, подаваемого в топочные устройства для полного выгорания всех компонентов отходов.

Очистка отходящих от мусороперерабатывающих заводов газов производится электрофильтрами. Получаемые зола и шлак составляют лишь четвертую часть от массы первоначально сжигаемых отходов. Таким образом, объем отходов уменьшается во много раз. Черный металлолом извлекается и утилизируется.

Новейшие системы очистки отходящих газов (ОГ) от печей для сжигания городского мусора помимо сочетания обычных пылеуловителей с различными устройствами для удаления вредных компонентов (хлористый водород, оксиды азота и серы) используют и так называемые «фильтрующие пылеуловители», способные одновременно очищать отходящие газы от пыли и вредных компонентов. Принцип действия их основан на поглощении вредных веществ в слое осадившейся пыли, содержащем спецреагенты (гашеная известь и т. п.). В качестве фильтрующего материала в таких пылеуловителях применяется главным образом стеклоткань, стойкая к действию высоких температур ($200-300^{\circ}\text{C}$) и агрессивных компонентов отходящих газов.

Применение новейшей газоочистной техники позволяет значительно снизить выброс газообразных загрязняющих веществ. Хуже обстоит дело с твердыми отходами. На одну тонну сжигаемого мусора образуется 250—450 кг шлаков, 40—70 кг пыли с электрофильтров, 20—70 кг продуктов реакций абсорбции, 8—10 кг солей в результате очистки отходящих газов. В состав шлаков входят нерастворимые силикаты, оксиды алюминия и железа; меньшую долю составляют окислы, карбонаты и хлориды щелочных и щелочно-земельных материалов. Особую опасность представляют тяжелые металлы, хлориды, сульфаты, диоксины и фураны. Шлаки мусоросжигательных заводов должны складироваться на орга-

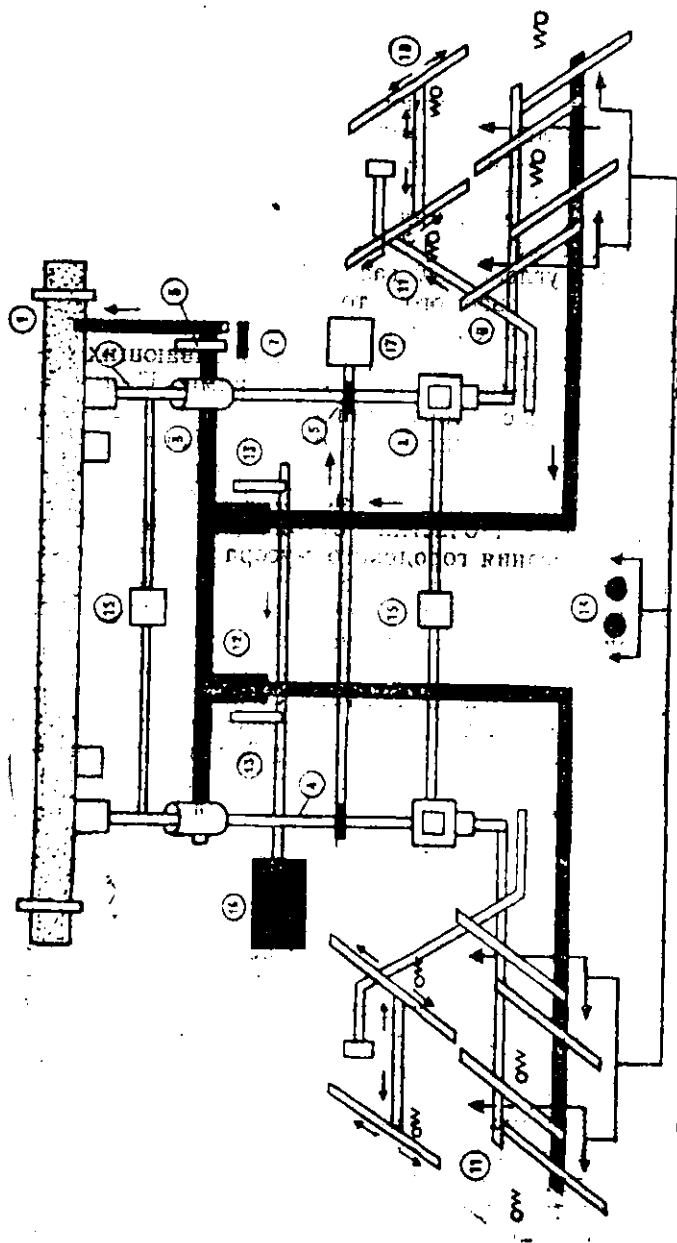


Рис. 21. Технологическая схема компостирования мусороперерабатывающего завода:

1—мостовой грейферный кран; 2—пластинчатый питатель; 3—баранный грохот; 4—легкий конвейер; 5—сепаратор электромагнитный, подвесной; 6—конвейер для металлических банок; 7—пакетировочный пресс; 8—молотковая дробилка; 9—элеваторный подъемник; 10—система реверсивных конвейеров; 11—биометрические башни со шнековыми механизмами; 12—резонансный виброгрохот; 13—конвейер; 14—вздухадук; 15—аспирационная установка; 16—склад компоста; 17—бункер металлических банок.

низованных свалках. Перед складированием из них извлекается железная часть (120—150 кг/т). За хранилищами должен вестись постоянный контроль, определяться химический состав грунтовых вод и почв в районе хранилища.

На мусороперерабатывающих заводах может осуществляться промышленная переработка твердых бытовых отходов в органическое сельскохозяйственное удобрение — компост и сжигание некомпостируемых фракций отходов. В этом случае бытовые отходы доставляются на завод мусоровозами и разгружаются в бункер-накопитель. Отсюда отходы грейферным краном подаются в загрузочные воронки, затем питателем — во вращающиеся барабанные грохоты, где разделяются на две фракции — мелкую и крупную. Мелкая фракция бытовых отходов проходит через дробилку и поступает в биотермические башни, где за четверо суток в результате аэробного процесса бытовой мусор превращается в компост (рис. 21). Просеянный на виброгрохотах готовый компост направляется потребителям. Крупная фракция поступает в котлоагрегаты и сжигается при температуре 800—1000°C на специальных наклонно-переталкивающих решетках. Дымовые газы проходят тщательное обеспыливание на электростатических фильтрах, обеспечивающих степень очистки 96—98%. Из поступающих отходов магнитными сепараторами извлекается черный и цветной металлолом, который пакетируется и реализуется как вторичное сырье.

Применение компоста, получаемого на мусороперерабатывающих заводах, в качестве органического удобрения повышает урожайность овощей и картофеля на 20—30%.

На мусороперерабатывающем заводе Алматы из 400 тыс. м³ бытового мусора (годовая производительность предприятия) получают около 70 тыс. т компоста — первоклассного удобрения. Одна тонна его, внесенная в грунт, равноценна 2 т навоза или торфоминеральной подкормки. За год на заводе из мусора изымается также около 2 тыс. т металла, который здесь же спрессовывается в брикеты и отправляется на переплавку.

В Узбекистане (в Самарканде) из полимерных материалов получают трубы различного диаметра, которые используются в электротехнической промышленности (для изоляционных и других работ), в мелиорации, строительстве и др. Таким образом, утилизация вторич-

ных материалов вполне реальна и экономически оправдана (сокращает потребление первичного сырья и др.).

Применение вторичных ресурсов в качестве основного сырья дает и значительный экологический эффект. Так, например, при производстве бумаги или картона из макулатуры выбросы в атмосферу снижаются на 85%, загрязнение воды — до 40% по сравнению с производством указанной продукции из первичного сырья — деловой древесины. Утилизация отходов позволяет более бережно расходовать природные ресурсы.

Перерабатывают также стеклотару, консервные банки, шины и др. Проблема утилизации или уничтожения старых автопокрышек — самая насущная проблема нашего времени, поскольку природа не в состоянии разрушить каучук. И вот оказывается, что, переработав их до так называемого дисперсного состояния, можно не только ликвидировать горы покрышек, но и получить из них различные резиновые изделия. Шины от автомобилей самых разных марок могут служить, например, исходным сырьем для производства резиновой крошки (размером от 0,63 до 5 мм) и реагента — пластичного материала, частично заменяющего каучук в различных резиновых изделиях, в том числе и в новых шинах. Из крошки и битума получают немало полезных строительных и технических материалов. Тонна реагента — продукта переработки старых покрышек — позволяет сэкономить 400 кг синтетического каучука. Молотую резину можно подмешивать в асфальт, использовать в качестве наполнителя при изготовлении пластмасс, предварительно обработав при этом резиновый порошок смесью высокоактивных газов — фтора, кислорода, хлора и диоксида серы для улучшения связи резины с пластмассой. Упрочненную резиной пластмассу можно использовать для производства различных изделий.

Болгарским химиком Колько Казанджиевым разработана установка по переработке изношенных автомобильных покрышек с низкими затратами методом высокоимпульсного энергетического воздействия. Установка проста по конструкции и позволяет перерабатывать около 3 тонн автопокрышек в час.

Большое значение имеет рекуперация — переработка и повторное использование бытовых и промышленных отходов, т. е. превращение отходов в доходы. Уже разработаны установки для утилизации люминесцентных

ламп, позволяющие извлекать из них ртуть; технология изготовления из боя кинескопов, строительного и электровакуумного стекла, специального гранулированного пеностекла. Последний находит применение при производстве наполненных пенопластов, а также в качестве наполнителя легких бетонов и изоляционного материала.

В настоящее время освоено производство люминесцентных ламп улучшенной конструкции (по сравнению с ранее выпускаемыми лампами на их изготовление расходуется в пять раз меньше ртути), которые отличаются высокими эксплуатационными свойствами (меньше потребляют электроэнергию, продолжительнее срок службы) и самое главное — экологически чисты и безопасны.

УДАЛЕНИЕ ТВЕРДЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Существуют три основные группы промышленных отходов: 1) отходы, которые складировались на свалках, сжигаются на открытых площадках, захороняются, сбрасываются в водоемы, чем загрязняют окружающую среду; 2) отходы, которые находят свое применение в народном хозяйстве (системы Вторсырье, Вторчермет и Вторцветмет) и 3) отходы, которые используются на самом предприятии для получения товарной продукции, что дает предприятию прирост выпуска товарной продукции и увеличение прибыли.

Пути рационального использования отходов: прямое использование их в производственном процессе без дополнительной обработки; улучшение качества, изменение свойств без дополнительной обработки; совместная переработка и использование отходов различных производств с целью получения товарной продукции. Оптимальным является их сочетание, что даст предприятиям возможность увеличить выпуск товарной продукции, уменьшить складирование отходов на поверхности земли, сократить сброс загрязняющих веществ в водоемы, выброс их в атмосферный воздух.

В процессе добычи минерального сырья и получения из него продуктов образуются буквально горы побочных материалов. В ряде случаев масса этих «попутчиков» в несколько раз превышает объем основного добытого ископаемого. Некоторые из них оказываются высококачественными материалами, которые можно не-

медленно, без вмешательства технологии, использовать в дело.

Из огромного объема ежегодно извлекаемой из недр Земли горной массы на производство готовой продукции расходуется менее 7%, остальное — «пустая порода». На таком же уровне используются вскрышные породы: отходы обогащения составляют около 10%. В результате за долгие годы в отвалах накапливаются десятки миллиардов тонн различных горных пород, миллиарды тонн золы и шлаков от электростанций, металлургические шлаки, которые занимают десятки тысяч гектаров земли. Отвалы некоторых энергетических, металлургических и горнорудных предприятий стали богаче иных рудников. На агломерационных фабриках черной металлургии, например, в отходы идут железосодержащие шламы, в которых железа больше, чем в добываемой руде. Ждут разработки горы фосфогипса, сотни миллионов тонн «хвостов» обогащения угля, руды, других полезных ископаемых.

Установлено, что примерно две трети вскрышных пород и более 60% отходов обогащения пригодны для производства строительных материалов — кирпича, керамзитового гравия, минеральной ваты, цемента, извести. Однако из этой колоссальной кладовой изготовители стройматериалов используют менее 2% вскрышных пород и 1% отходов обогащения. Вместо того чтобы вовлекать их в переработку, промышленность стройматериалов предпочитает сама рыть землю — порой за сотни километров, чтобы добыть песок, щебень и извести.

Затраты на складирование и хранение отходов горнорудных предприятий, как правило, превышают средства, необходимые для превращения их в полноценное сырье. Как же сохранить наши природные богатства от бездумного расточения, сберечь их для наших детей и внуков?

В ряде отраслей уже имеются элементы безотходной технологии, хотя полный переход на нее потребует немалых усилий и времени. Поэтому главная задача — рациональное использование уже имеющихся отходов.

На Ургенчском заводе ЖБИ выпущена опытная партия необычного цемента. Основным сырьем для него служат шлаки металлургических и химических

предприятий Узбекистана и соседнего Казахстана. Оригинальная технология разработана учеными проблемной лаборатории Ташкентского технического университета во главе с профессором Э. Касымовым. Продукция удовлетворяет самым взыскательным требованиям строителей. В Ханкинском районе, расположенном по соседству с Ургенчем, сооружен специализированный цех, рассчитанный на изготовление цемента из вторичного сырья. Мощность этих двух предприятий удовлетворяет потребности в цементе двух трестов, занимающихся строительством производств и объектов социальной сферы в Хорезме.

К созданию безотходной технологии приступил коллектив Новококандского химического завода. Рядом с заводскими корпусами начато сооружение строительной базы. Ежегодно здесь будут перерабатываться в строительные материалы более 400 тыс. т отходов, образующихся при получении минеральных удобрений.

На хлопкозаводах и заготпунктах рациональными способами утилизации отходов являются сбор невозвратных отходов по всему технологическому процессу и их переработка на комбикорма после предварительной очистки и термообработки в сушильных устройствах или уплотнение и сжигание некоторых видов отходов в специальных установках. Оба способа позволяют высвободить транспорт, занятый на уборке и вывозе отходов, улучшить санитарно-гигиенические условия труда, а также использовать тепло от сжигания отходов для технических нужд завода.

Переработка вторичных ресурсов и безотходные технологии позволяют не только сберечь природные ресурсы, но и оздоровить экологическую обстановку.

Глава 12. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА

К физическим факторам, которые могут оказывать влияние на человека, относятся шум, инфразвук, вибрация и электромагнитное поле.

ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ О ШУМЕ

Шум в населенном пункте возникает от гула самолетов, грохота железных дорог, от трения и соударе-

ния различных механизмов и других источников, но самый мощный — от движения транспорта. При длительном воздействии шум оказывает вредное влияние на организм человека: снижает остроту слуха, нарушает деятельность нервной и сердечно-сосудистой систем, вызывает быстрое утомление и др. Как показали исследования, характер нарушений функций человеческого организма, вызываемый шумом, идентичен нарушениям при действии на него некоторых ядовитых препаратов.

В основе возникновения шума (звука) лежат механические колебания упругих тел. В слое воздуха, непосредственно примыкающем к поверхности колеблющегося тела, возникают сгущения (сжатия) и разрежения. Эти сжатия и разрежения чередуются во времени и распространяются в стороны в виде упругой продольной волны. Последняя достигает органа слуха и вызывает колебания барабанной перепонки, которые затем передаются на слуховой анализатор.

Звуковой, или слуховой, анализатор состоит из трех отделов: рецепторного аппарата, проводниковой системы с промежуточными подкорковыми передаточными центрами и коркового отдела, где осуществляется анализ и синтез. В рецепторный аппарат входят наружное, среднее и внутреннее ухо. В частотном анализе звуков существенно значение внутреннего уха, в частности кортиева органа, который является своеобразным механическим спектральным анализатором, функционирующим как ряд взаимно рассогласованных фильтров. Слуховой анализатор у человека — высоко развитая биологическая система, воспринимающая и анализирующая механические колебания воздушной среды, трансформирующая эти колебания в импульсы, которые человек ощущает как звук. Рецепторы слухового анализатора в основном возбуждаются звуковыми волнами. В них происходит восприятие звука и передача информации о звуковых раздражениях в головной мозг. В корковом отделе слухового анализатора возбуждение переходит в ощущение.

Органы слуха воспринимают колебания звука с частотой от 16 до 20000 Гц. Колебания с частотой от 1 до 16 Гц относятся к инфразвукам, а выше 20000 Гц — к ультразвукам. Область слышимых звуков, т. е. граница наибольшей чувствительности уха, заключен-

ная между порогом слышимости и болевым порогом, находится в пределах 130 дБ.

С физиологической точки зрения различают низкие, средние и высокие звуки. Звуки, которые мы слышим каждый день, очень разнообразны. Чувствительность нашего уха зависит от частоты звука. Воспринимая звук, ухо человека различает его высоту, тембр и силу. Сила (громкость), или интенсивность, звука определяется амплитудой колебаний. Звуковые колебания одинаковых амплитуд не кажутся нам одинаково громкими, если частоты их различны. Высота звука определяется частотой его колебаний. При малой частоте колебаний звук воспринимается как низкий, при большой — как высокий. По закону резонанса различные по высоте звуки вызывают различные по длине волн колебания основной мембраны улитки.

В шуме присутствуют колебания всевозможных частот. Шумы подразделяют на низкочастотные (до 350 Гц), среднечастотные (от 350 до 800 Гц) и высокочастотные (выше 800 Гц).

Очень высокие звуки оказывают более неблагоприятное воздействие на слух и организм человека в целом, чем низкие, поэтому шум, в спектре которого преобладают высокие частоты, более вреден, чем шум с низкочастотным спектром.

Огромный диапазон восприятия звуков объясняется способностью человеческого слуха реагировать не на абсолютный, а на относительный прирост громкости звука. Это означает, что физиологическое ощущение одинаковых приростов громкости возникает при изменении силы звука не на одинаковое количество единиц, а в одинаковое число раз. Так, изменение звукового давления в 10 раз (от 1 до 10 бар, от 10 до 100 бар и т. д.) воспринимается как одинаковый прирост громкости. То же самое происходит и при восприятии частоты колебаний. Наш слух обладает способностью одинаково реагировать не на абсолютные приросты частоты, а на относительные ее изменения. Так, увеличение любой частоты вдвое всегда приводит к ощущению повышения тона на определенную величину, называемую октавой.

С учетом указанных свойств слуха установлена логарифмическая шкала для измерения уровня звукового давления шума. Каждая ступень этой шкалы, соответствующая изменению интенсивности шума в 10 раз, назы-

вается белом (Б). Так, если интенсивность одного звука больше интенсивности другого в 10 раз, считают, что второй звук больше первого на один бел, если в 100 раз — на 2 бела, в 1000 раз — на 4 бела и т. д.

Практически оказалось более удобным пользоваться единицей, которая в 10 раз меньше бела,—децибелом (дБ).

Мерный шелест листвы и шум морского прибоя соответствуют примерно 20 дБА; телевизор, работающий с умеренной громкостью,—70 дБА; мотоцикл—110 дБА¹, а отбойный молоток во время дорожных работ—120 дБА.

ИСТОЧНИКИ ШУМА

Основные источники шума в городе — автотранспорт, рельсовый и воздушный транспорт, промышленные предприятия.

Автотранспорт. Наибольшие уровни шума отмечаются на магистральных улицах городов. Средняя интенсивность движения достигает 2000—3000 транспортных единиц в час и больше, а максимальные уровни шума — 90—95 дБА.

Шумовые характеристики транспортных потоков $A_{экр}$ в первую очередь определяются категорией дорог.

Уровень уличных шумов определяется интенсивностью, скоростью и характером (составом) транспортного потока; зависит от планировочных решений (продольный и поперечный профиль улиц, высота и плотность застройки) и таких элементов благоустройства, как покрытие

Категория дорог	$A_{экр}$ дБА
Скоростные	87
Магистральные общегородского значения с непрерывным движением	85
Магистральные общегородского значения с регулируемым движением	82
Магистральные районного значения	81
Магистральные с грузовым движением	84
Промышленных и коммунально-складских районов	81

1. Весь диапазон слышимых звуков укладывается в 140 дБ. Нормируемыми параметрами постоянного или прерывистого шума являются уровни среднеквадратичных звуковых давлений (дБ) в октавных полосах с частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Для ориентировочной оценки пользуются суммарным уровнем звука, измеряемым по шкале А шумомера (дБА).

проезжей части и наличие зеленых насаждений. Каждый из этих факторов способен изменить уровень транспортного шума на 10 дБ.

В промышленном городе обычен высокий процент грузового транспорта на магистралях. С увеличением в общем потоке автотранспорта грузовых автомобилей, особенно большегрузных с дизельными двигателями, возрастает уровень шума. В целом грузовые и легковые автомобили создают на территории городов тяжелый шумовой режим. Шум, возникающий на проезжей части магистрали, распространяется не только на примагистральную территорию, но и в глубь жилой застройки.

Ослабления шумового воздействия на жилую зону можно добиться двумя способами: 1) снижением скорости движения транспортных средств, улучшением регулировки уличного потока, запрещением движения для отдельных видов автомобилей по определенным трассам и в определенное время суток, улучшением звукоизоляции зданий и сооружением противозумовых экранов вдоль скоростных автотрасс; 2) совершенствованием ходовой и моторной частей транспортных средств.

Рельсовый транспорт. Повышение скорости движения поездов также приводит к увеличению уровня шума в жилых зонах, расположенных вдоль железнодорожных путей или близ сортировочных станций. Максимальный уровень звукового давления на расстоянии 7,5 м от движущегося электропоезда 93 дБА, от пассажирского — 91, от товарного состава — 92 дБА. При скорости 35 км/ч электропоезд создает шум в 82 дБА, при 43 км/ч — 84, при 55 км/ч — 89 дБА.

Максимальные уровни шума на границе жилой застройки при разрывах в 50—100 м, допускаемых СНиП 11-60-75, составляют 62—72 дБА и вызывают жалобы населения в 70—90% случаев.

На открытых линиях метрополитена при интенсивности движения поездов 20—30 пар/ч уровень шума достигает 70 дБА, при 40 пар/ч — более 76—80 дБА.

Шум, возникающий при прохождении электропоездов, свободно распространяется на открытой территории. На расстоянии первых 100 м от источника шума звуковая энергия снижается в среднем на 10 дБА, на расстоянии 100—200 м — на 8 дБА, а на расстоянии от 200 до 300 м — на 2—3 дБА. При удалении на 300 м от железнодорожных путей уровень шума приближается к фоновому.

му. Основные источники железнодорожного шума — удары вагонов при движении на стыках и неровностях рельсов, движение тепловозов и товарных составов, диспетчерская связь, сигналы локомотивов.

Из всех видов городского транспорта наиболее шумный — трамвай. Уровень шума стальных колес трамвая при движении по рельсам на 10 дБ выше, чем колес автомобиля при соприкосновении с асфальтом. Трамвай создает шумовые нагрузки при работе двигателя, открывании дверей, подаче звуковых сигналов. Однако трамвай по сравнению с другими видами транспорта обладает и целым рядом преимуществ. Поэтому нужно стремиться к снижению создаваемого им шума при движении путем изменения его конструкции (применение пневматической подвески кузова, амортизация пола, балансировка роторов двигателей, использование в колесах эластичных элементов, установка малошумного оборудования). Снижению уровня трамвайного шума будут способствовать также улучшение состояния трамвайных путей, применение экранирующих шум фальшторбов со звукопоглотителями, закрывающими колеса, и др.).

Трудно переоценить роль скоростного трамвая. Он может с успехом использоваться как основной вид транспорта в малых и средних городах, а в крупных — как городской, пригородный и даже междугородный для связи с новыми жилыми массивами, городами-спутниками, промышленными зонами, аэропортами, зонами отдыха и др. Скоростной трамвай в крупных городах может заменить метро на направлениях, где незначительны пассажиропотоки. Внедрение нового трамвая (совершенной конструкции) позволит улучшить акустический режим городов.

Воздушный транспорт. Значительный удельный вес в шумовом режиме многих городов занимает воздушный транспорт. Парк самолетов гражданской авиации непрерывно обновляется, на авиалиниях появляются новые турбореактивные и турбовинтовые самолеты. Увеличиваются пассажиро- и грузоперевозки, строится большое количество аэродромов и аэропортов, реконструируются существующие. Нередко аэропорты гражданской авиации располагаются в непосредственной близости от жилой застройки, а воздушные трассы проходят над многочисленными населенными пунктами.

Уровень авиационного шума зависит от направления

взлетно-посадочных полос и трасс пролетов самолетов, базирующихся на данном аэродроме, и т. д. При круглосуточной интенсивной эксплуатации аэропортов эквивалентные уровни звука на жилой территории достигают в дневное время 80 дБА, в ночное — 78 дБА, максимальные уровни колеблются от 92 до 108 дБА. Крайне неблагоприятные акустические условия для населения складываются при расположении аэропорта в черте города или на близком расстоянии от него.

Одно из основных направлений решения общей проблемы снижения уровня авиационного шума — снижение его в источнике образования. Основные источники шума турбовентиляторных двигателей — вентилятор и реактивная струя. Для снижения уровня их шума применяются акустическая обработка мотогондол и двигателей, установка шумоглушителей, звукопоглощающая облицовка, позволяющая без значительных затрат снизить шум вентилятора, особенно при заходе на посадку.

В гражданской авиации для снижения уровня шума на 10—15% используются специальные приемы пилотирования при взлете и посадке, более крутые траектории полета, увеличение высоты входа в посадочную глиссаду. Большое внимание уделяется также рациональной организации воздушного движения: выбору таких направлений взлетно-посадочных полос (ВПП) и трасс, которые не проходят над населенными пунктами, в ночное время полеты ограничиваются использованием менее шумных самолетов.

ГОСТ 22283-88 «Шум авиационный. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки и методы его измерения» устанавливает максимально допустимые уровни авиационного шума на вновь проектируемых территориях жилой застройки вблизи существующих аэродромов и аэропортов, а также на территориях жилой застройки городов и поселков городского типа вокруг вновь проектируемых аэродромов и аэропортов при взлете, пролете и посадке самолетов и вертолетов, при опробовании двигателей на аэродромах, производстве полетов, а также определяет методы измерения авиационного шума.

Снижение раздражающего действия шума самолетов достигается также рациональной планировкой аэропортов и зонированием окрестностей. Ограничение жилой

Таблица 4

Наименьшее расстояние (км) от границ взлетно-посадочных
полос аэродрома до границ жилой территории

Направление продолжения оси ВПП аэродрома относительно жилой территории	Трасса полета самолетов от- носительно жи- лой территории	Класс аэродрома					
		А	Б	В	Г	Д	Е
Пересекает	Пересекает	30	30	20	10	5	5
То же	Не пере- секает	17	15	15	—	—	—
Не пересекает	То же	6	6	6	5	2	1

застройки вблизи аэропортов — один из наиболее эффективных путей решения проблемы (табл. 4).

Между жилой застройкой и границами аэропортов должны выделяться санитарно-защитные зоны, размер которых зависит от допустимых уровней авиационного шума, класса аэропорта, интенсивности движения и типов самолетов.

Для рационального использования территории в окрестностях аэропортов предлагается выделять три зоны с различной степенью акустического благоустройства.

В первой зоне с повышенными уровнями шума, прилегающей к границам аэродромов и аэропортов, могут размещаться только промышленные и коммунально-складские предприятия, для которых авиационный шум не нарушает нормативных требований по ограничению шума на рабочих местах.

Во второй зоне допускается строительство промышленных предприятий, административно-общественных зданий и в отдельных случаях — жилых зданий с повышенной звукоизоляционной способностью ограждающих конструкций.

В третьей зоне разрешается жилое строительство без ограничений. Вблизи же границ зоны не рекомендуется строительство лечебно-профилактических, детских и оздоровительных учреждений.

При проектировании новых аэропортов необходимы акустические расчеты по установлению размеров санитарно-защитных зон и обоснованию мероприятий по снижению авиационного шума до нормативных требований.

Для снижения авиационного шума на территории существующей жилой застройки следует ограничивать прием тяжелых реактивных самолетов и количество рейсов в ночное время, использовать систему «предпочтительных трасс», по которым взлет осуществляется в противоположную от населенного пункта сторону; вблизи границ аэродромов и аэропортов запретить строительство новых жилых зданий.

Для снижения наземного шума рекомендуется максимально удалять места стоянок самолетов и опробования двигателей от границ жилой застройки, использовать обязательную буксировку самолетов на перроне. Рациональное планировочное размещение административно-служебных зданий аэродромной службы, применение шумозащитных экранов в значительной степени способствуют снижению шума на прилегающей территории.

Промышленные предприятия. Источником шума в жилых кварталах городов являются промышленные предприятия. Нарушение акустического режима отмечается в случаях, когда их территория непосредственно примыкает к жилым массивам. По характеру звучания промышленный шум подразделяется на постоянный и широкополосный. Наиболее значительные уровни наблюдались на частотах 500—1000 Гц, т. е. в зоне наибольшей чувствительности органа слуха. Это свидетельствует о необходимости проведения мероприятий по нормализации акустического режима в районах размещения данных объектов.

В производственных цехах устанавливается большое количество разнотипного технологического оборудования. Так, ткацкие цехи могут быть охарактеризованы уровнем звука 90—95 дБА, механические и инструментальные — 85—92, кузнечно-прессовые — 95—105, машинные залы компрессорных станций — до 95—100 дБА. Расчетные уровни звука промышленных предприятий приведены ниже.

Создаваемый предприятиями шум в значительной мере зависит от эффективности проводимых мероприятий по шумоглушению. Так, для снижения уровня шума, распространяющегося на прилегающую территорию, крупные вентиляционные установки, компрессорные станции, различные мотороиспытательные стенды оборудуют шумоглушащими устройствами различной эффективности, около источника шума устанавливают на-

Расчетные уровни звука промышленных предприятий

<i>Тип предприятий</i>	<i>Уровни звука, дБА</i>
Мотороиспытательные станции, клепально-штамповочные цехи	110
Предприятия промышленности:	
металлургической и металлообра- тывающей	100
домостроительной и деревообраба- вающей	90
пищевой и химической	85
полиграфической, швейной, ткацкой и трикотажной	80
Компрессорные станции	85

ружные ограждения, обладающие различной звукоизо-
ляцией, и др.

ВЛИЯНИЕ ШУМА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА.

Орган слуха человека может приспосабливаться к некоторым постоянным или повторяющимся шумам (слуховая адаптация), но эта приспособляемость не может защитить его от патологического процесса — потери слуха, а лишь временно отодвигает сроки его наступления. В условиях городского шума происходит постоянное напряжение слухового анализатора. Это вызывает увеличение порога слышимости на 10—25 дБА. Шум затрудняет разборчивость речи, особенно при уровне шума более 70 дБА. Ущерб, который причиняет слуху сильный шум, зависит от спектра звуковых колебаний и характера их изменения. В первую очередь человек начинает хуже слышать высокие звуки, а затем постепенно и низкие.

Потеря слуха из-за шума в значительной степени обуславливается индивидуальными особенностями человека. Некоторые теряют слух даже после короткого воздействия шума сравнительно умеренной интенсивности, другие могут работать при сильном шуме почти всю жизнь без сколько-нибудь заметной утраты слуха. Постепенное воздействие сильного шума может не только отрицательно повлиять на слух, но и вызвать другие вредные последствия — звон в ушах, головокружение, головную боль, повышение усталости.

Шум в больших городах сокращает продолжительность жизни человека примерно на 8—12 лет. Чрезмерный шум может стать причиной нервного истощения,

психической угнетенности, вегетативного невроза, язвенной болезни, расстройства эндокринной и сердечно-сосудистой систем. Шум мешает людям работать и отдыхать, снижает производительность труда.

Наиболее чувствительны к действию шума лица старшего возраста. Так, в возрасте до 27 лет на шум реагируют 46,3% людей, в возрасте 28—37 лет — 57, в возрасте 38—57 лет — 62,4, а в возрасте 58 лет и старше — 72%. Большое количество жалоб лиц пожилого возраста связано с их возрастными особенностями и состоянием центральной нервной системы. Наблюдается зависимость между количеством жалоб и характером выполняемой работы. Данные опроса показывают, что беспокоящее действие шума сказывается больше на людях, занятых умственным трудом, чем на работающих физически (соответственно 60,2 и 55,0%), что связано, по-видимому, с перенапряжением нервной системы.

Как показали физиолого-гигиенические исследования, изменения функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, слуховой чувствительности зависят от уровня воздействующей звуковой энергии. Высокий уровень шума в городской среде — один из агрессивных раздражителей центральной нервной системы — способен вызвать ее перенапряжение и привести к вегетососудистой дисфункции, церебральному атеросклерозу, функциональным нарушениям со стороны центральной нервной системы по типу астенического синдрома. Городской шум оказывает неблагоприятное влияние и на сердечно-сосудистую систему (ишемическая болезнь сердца, гипертоническая болезнь, повышение содержания холестерина, изменение миокарда и сократительной способности сердца, преобладание симпатического компонента в регуляции сердечной деятельности).

Жители, проживающие в радиусе 5—10 км от взлетно-посадочной полосы, подвергаются воздействию высоких уровней авиационного шума от воздушных и наземных операций (эквивалентные уровни звука 78—82 дБА, максимальные 93—108 дБА), который мешает их полноценному отдыху, занятиям, нарушает сон, вызывает испуг, тревогу, ощущение вибрации.

Под влиянием шума могут наблюдаться и другие серьезные изменения в деятельности различных органов и систем человека: замедление ритма сердечных сокращений, понижение секреции слюнных и желудочных же-

лез, нарушение функции щитовидной железы, коры надпочечников, изменение активности мозга и энергетического обмена в мышечной ткани.

Шум, превышающий 80—90 дБА, влияет на выделение большинства гормонов гипофиза, контролирующих выработку других гормонов. Так, может возрасти выделение из коры надпочечника кортизона, обладающего свойством ослаблять защитную функцию печени (т. е. бороться с вредными для организма веществами, в том числе и с теми, которые способствуют возникновению рака).

Нарушение процессов энергетического метаболизма — существенный признак неблагоприятного воздействия шума на организм, в свою очередь он может явиться причиной нарушения сбалансированности целого ряда биохимических процессов в организме.

Влияние шума на сон. Бытовой шум в значительной мере нарушает сон. Крайне неблагоприятно действуют прерывистые, внезапно возникающие шумы, особенно в вечерние и ночные часы, на только что заснувшего человека. Это объясняется тем, что в период засыпания мозг находится в состоянии «гипноидной» фазы. В это время развиваются парадоксальные отношения к окружающей действительности, поэтому даже слабые шумовые раздражители могут давать непропорциональный сверхсильный эффект. Внезапно возникающий во время сна шум (грохот грузовика, громкая музыка и др.) нередко вызывает сильный испуг, особенно у больных и у детей.

На продолжительность и глубину сна влияет чередование шумов различной интенсивности. Так, неравномерное движение транспорта сильнее нарушает сон, чем интенсивное, но равномерное. Очевидно, адаптация к регулярным и частым шумам наступает гораздо легче, чем к нерегулярным и редким.

Люди по-разному реагируют на шум во время сна. Реакция на шумовое воздействие зависит от возраста, пола и состояния здоровья человека. Так, при одной и той же интенсивности шума люди в возрасте 70 лет просыпаются в 72% случаев, а дети 7—8 лет — только в 1% случаев. Пороговой интенсивностью шума, вызывающей пробуждение детей, является 50 дБА, взрослых — 30 дБА, а пожилые люди реагируют на еще меньшую величину. Женщины более легко просыпаются при шуме. Это объяс-

няется тем, что они чаще, чем мужчины, переходят от стадии глубокого сна к легкому сну.

Шум влияет на различные стадии сна. Так, стадия парадоксального сна, характеризующаяся сновидениями, быстрыми глазными движениями и другими признаками, должна занимать не менее 20% всего периода сна; уменьшение этой стадии сна приводит к серьезным расстройствам нервной системы и умственной деятельности человека. Сокращение стадии глубокого сна приводит к гормональным нарушениям, депрессии и другим психическим нарушениям.

Под влиянием шума в 50 дБА срок засыпания увеличивается на час и более, сон становится поверхностным, после пробуждения люди чувствуют усталость, головную боль, а нередко и сердцебиение. Отсутствие нормального отдыха после трудового дня приводит к тому, что естественно развивающееся после работы утомление не исчезает, а постепенно переходит в хроническое переутомление, способствующее развитию ряда заболеваний (например, расстройство центральной нервной системы).

МЕРОПРИЯТИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ АКУСТИЧЕСКОГО РЕЖИМА

Для защиты людей от вредного влияния городского шума необходимо регламентировать его интенсивность, спектральный состав, время действия и другие параметры. При гигиеническом нормировании в качестве допустимого устанавливается такой уровень шума, действие которого в течение длительного времени не вызывает изменений во всем комплексе физиологических показателей, отражающих реакции наиболее чувствительных к шуму систем организма.

Нормируемыми параметрами постоянного шума являются уровни звукового давления L (дБ) в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц (октавные уровни звукового давления). Для ориентировочной оценки допускается использовать уровни звука L_A (дБА). Нормируемыми параметрами непостоянного шума являются эквивалентные (по энергии) уровни звука $L_{A_{\text{экв}}}$ (дБА) и максимальные уровни звука $L_{A_{\text{max}}}$ (дБА). Оценка непостоянного шума на соответствие допустимым уровням производится одновременно

Нормативные уровни шума

Назначение помещений или территорий	Время суток	Уровни звукового давления (дБ) в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами (Гц)								Уровни звука А и экв. дБА	Максимальные уровни звука А экв. дБА
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Палаты больниц и санаториев, операционные больницы	С 7 до 23 ч С 23 до 7 ч	59 51	48 39	40 31	34 24	30 20	27 17	25 14	23 13	35 25	50 40
2. Кабинеты врачей, поликлиник, амбулаторий, диспансеров, больниц, санаториев		59	48	40	34	30	27	25	23	35	50
3. Классные помещения, учебные кабинеты, учительские комнаты, аудитории школ и других учебных заведений, конференцзалы, читальные залы библиотек		63	52	45	39	35	32	30	28	40	55
4. Жилые комнаты квартир, жилые помещения домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, спальные помещения в детских учреждениях	С 7 до 23 ч С 23 до 7 ч	63 55	52 44	45 35	39 29	35 25	32 22	30 20	28 18	40 30	55 45

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ниях и школах-интернатах											
5. Номера гостиниц и жилые комнаты общежитий	С 7 до 23 ч С 23 до 7 ч	67 59	57 48	49 40	44 34	40 30	37 27	35 25	33 23	45 35	60 50
6. Залы кафе, ресторанов, столовых		75	66	59	54	50	47	45	43	55	70
7. Торговые залы магазинов, пассажирские залы аэропортов и вокзалов, приемные пункты предприятий бытового обслуживания		79	70	63	58	55	52	50	49	60	75
8. Территории, непосредственно прилегающие к зданиям больниц и санаториев	С 7 до 23 ч С 23 до 7 ч	67 59	57 48	49 40	44 34	40 30	37 27	35 25	33 23	45 35	60 50
9. Территории, непосредственно прилегающие к жилым домам, зданиям поликлиник, амбулаторий, диспансеров, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, детских дошкольных учреждений, школ и дру-	С 7 до 23 ч С 23 до 7 ч	75 67	66 57	59 49	54 44	50 40	47 37	45 35	43 33	55 45	70 60

1	2	3	4	5	6	7	8	6	10	11	12
ских учебных заведений, библиотек 10. Территории, непосредственно прилегающие к зданиям гостиниц и общежитий 11. Площадки отдыха на территории больниц и санаториев 12. Площадки отдыха на территории микрорайонов и групп жилых домов, домов отдыха, пансионатов, домов-интернатов для престарелых и инвалидов, площадки детских дошкольных учреждений, школ и других учебных заведений	С 7 до 23 ч С 23 до 7 ч	79 71 59 67	70 61 48 57	63 54 40 49	58 49 34 44	55 45 30 40	52 42 27 37	50 40 25 35	49 38 23 33	60 50 25 45	75 65 50 60

Таблица 6

**Поправки к нормированным октавным уровням
звукового давления и уровням звука**

Влияющий фактор	Условия	Поправки в дБ или дБА
Характер шума	Широкополосный Тональный, импульсный (при измерениях стандартным шумомером на характеристике «медленно» или «быстро»)	0 —5
Место расположения объектов	Курортный район, места отдыха, туризма, зеленая зона города Новый проектируемый жилой район Район сложившейся застройки	—5 0 +5

но по эквивалентному и максимальному уровням звука.

В табл. 5 даны допустимые значения октавных уровней звукового давления, уровней звука, эквивалентных и максимальных уровней звука, проникающего шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории застройки. В табл. 6 приведены поправки к ним на характер шума, место расположения объекта для внешних источников шума.

Допустимые уровни шума от внешних источников в помещениях устанавливаются при условии обеспечения нормативной вентиляции помещений (для жилых помещений, палат, классов — при открытых форточках, фрамугах, узких створках окон).

Эквивалентные и максимальные уровни звука дБА для шума, создаваемого средствами автомобильного, железнодорожного, авиационного транспорта, в 2 м от ограждающих конструкций первого эшелона жилых зданий, зданий гостиниц, общежитий, обращенных в сторону магистральных улиц общегородского и районного значения, железных дорог, а также источников авиационного шума, допускается принимать на 10 дБА выше значений, указанных в позициях 9 и 10 табл. 5.

Уровни звукового давления в октавных полосах частот (дБ), уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА) для шума, создаваемого в помещениях и на тер-

риториях, прилегающих к зданиям, системами кондиционирования воздуха, воздушного отопления и вентиляции, следует принимать на 5 дБА ниже значений (поправка равна —5 дБА), указанных в табл. 5, или фактических уровней шума в этих помещениях, если последние не превышают указанных в табл. 5 значений (поправку для тонального и импульсного шума по табл. 6 в этом случае принимать не следует).

Поправки на место расположения объекта следует учитывать только для внешних источников шума в жилых комнатах квартир, спальнях помещений домов отдыха и пансионатов, спальнях помещений детских дошкольных учреждений и школ-интернатов, в домах-интернатах для престарелых и инвалидов, палатах больниц и спальнях комнатах санаториев, жилых комнатах общежитий и номерах гостиниц и на территориях жилой застройки. Поправку +5 дБ не следует принимать для вновь строящихся объектов в сложившейся застройке.

Нормирование шумов для условий городской застройки проводится в соответствии с действующими санитарными нормами допустимого шума в помещениях жилых и общественных зданий и на территории жилой застройки № 3077-84 и главой II СНиП II-12-72 «Защита от шума». Санитарными нормами должны руководствоваться все министерства, ведомства и организации проектирующие, строящие и эксплуатирующие жилье и общественные здания, разрабатывающие проекты планировки и застройки городов, микрорайонов, жилых домов, кварталов, коммуникаций и т. д., а также организации, проектирующие, изготавливающие и эксплуатирующие транспортные средства, технологическое и инженерное оборудование зданий и бытовые приборы.

ГОСТ 19358-85 «Внешний и внутренний шум автотранспортных средств. Допускаемые уровни и методы измерений» устанавливает шумовые характеристики, методы их измерений и допустимые уровни шума автомобилей (мотоциклов) всех образцов, принятых на государственные, межведомственные, ведомственные и периодические контрольные испытания. В качестве основной характеристики внешнего шума принят уровень звука, который не должен превышать для легковых автомобилей 84 дБА, грузовых автомобилей и автобу-

сов — 85—92 дБА, мотоциклов — 80—86 дБА; для внутреннего шума приведены ориентировочные значения допустимых уровней звукового давления в октавных полосах частот: для легковых автомобилей они составляют 80 дБА, кабин или рабочих мест водителей грузовых автомобилей, автобусов — 85 дБА, пассажирских помещений автобусов — 75—80 дБА.

Карта шума города. Представление о размещении источников шума и распространении шума в городе дает шумовая карта, позволяющая судить о состоянии шумового режима на магистралях и территории жилой застройки, непосредственно примыкающей к ним, выявлять наиболее опасные в акустическом отношении участки и, учитывая факторы, влияющие на акустический режим, регулировать уровень шума на них, а также разрабатывать комплексные градостроительные меры по защите жилой застройки от шума.

При составлении карты шума города учитывают интенсивность и скорость движения на магистральных улицах, количество единиц грузового и общественного транспорта в потоке, наличие мощных дизельных автомобилей, трамваев. Для составления карты необходимо располагать сведениями о магистральных улицах (поперечные и продольные профили, длина перегонов, типы транспортных узлов с пересечениями на разных уровнях, типы перекрестков и площадей, дорожное покрытие, конструкция трамвайного пути). На карту шума города должны быть нанесены большие стоянки открытого типа и трансформаторные подстанции; карта должна содержать информацию о размещении промышленных объектов, внешнем транспорте (интенсивность и скорость движения, конструкция рельсового пути, наличие мостов и путепроводов, класс и месторасположение аэропорта, авто- и железнодорожного вокзалов и др.), плотности жилого фонда по районам и отдельным магистралям, типах возводимых зданий, размещении лебечно-профилактических учреждений, научно-исследовательских институтов, парков и др. На карту города наносят существующие источники шума с их уровнями, полученными путем натурных измерений. Карты разных лет позволяют судить об эффективности мероприятий, направленных на снижение шума, рекомендовать рациональное размещение функциональных зон города.

Градостроительные мероприятия. К градостроительным мероприятиям по защите населения от шума относятся: увеличение расстояния между источником шума и защищаемым объектом; применение акустически непрозрачных экранов (откосов, стен и зданий-экранов), шумозащитных окон, специальных шумозащитных полос озеленения; использование рельефа местности, различных приемов планировки, рационального размещения микрорайонов, жилых секций с двусторонним расположением квартир и ориентацией спальных помещений на внутренний фасад, специальных типов жилых домов; рациональная застройка магистральных улиц; максимальное озеленение территории микрорайонов и разделительных полос и др.

Существенный защитный эффект достигается в том случае, если жилая застройка размещена на расстоянии не менее 25—30 м от автомагистралей и зоны разрыва озеленены. При замкнутом типе застройки защищенными оказываются только внутриквартальные пространства, а внешние фасады домов попадают в неблагоприятные условия, поэтому подобная застройка автомагистралей нежелательна. Наиболее целесообразна свободная застройка, защищенная со стороны улицы зелеными насаждениями и экранирующими зданиями временного пребывания людей (магазины, столовые, рестораны, ателье и т. п.).

В условиях массовой застройки примагистральных территорий многоэтажными протяженными зданиями для защиты населения от транспортного шума целесообразно строить специальные типы жилых домов. Окна спален и большинства жилых комнат должны быть ориентированы в сторону дворового пространства, а окна общих комнат без спальных мест, кухонь-столовых, лестнично-лифтовых узлов, веранд и галерей — в сторону магистральных улиц. Строительство таких домов возможно на южной стороне широтных и по обе стороны меридианальных магистралей. Проектируются экспериментальные шумозащитные дома, защищающие от шума как квартиры, так и внутриквартальное пространство.

Сохранить тишину в доме поможет не только планировка квартир, но и шумозащитные звукопроницаемые окна с тройным остеклением и высокой сте-

пенью герметизации, которую обеспечат деревянно-алюминиевые переплеты.

Для борьбы с шумом применяют специальное устройство, встроенное в стену рядом с оконным проемом на всю высоту окна. С улицы оно напоминает полуприкрытые жалюзи и работает так же, как автомобильный глушитель. Прежде чем попасть в комнату, воздух проходит через ряд перегородок, и звуковая волна ослабевает в 8 раз. Шум снижается до санитарной нормы, в то время как вентиляция через такую систему не хуже, чем через обычную форточку. А вечером, когда машин становится меньше, можно открыть окно. В недалеком будущем такие глушители будут предусматриваться проектами для тех домов, которые намечается строить вблизи дорог.

При застройке магистральных улиц защитный эффект может быть обеспечен с помощью зонирования. В зоне, непосредственно примыкающей к магистрали, располагают невысокие здания нежилого назначения, в следующей зоне — малоэтажную жилую застройку, далее — жилую застройку повышенной этажности и в наиболее удаленной от магистралей зоне — детские учреждения, школы, поликлиники, больницы и т. п.

Магистральные автомобильные дороги не должны пересекать территории пригородной зоны, на которых размещены лесопарки, дома и городки отдыха, пансионаты, детские дачи, лечебные учреждения и санатории. Дома отдыха необходимо размещать на расстоянии не менее 500 м от возможных автомобильных дорог, промышленных предприятий и не менее 1 км — от железной дороги. При этом территория разрыва должна быть максимально озеленена.

В условиях городской реконструкции одним из основных градостроительных мероприятий по защите от автомобильного шума примагистральных территорий является перенос на специально создаваемые автомобильные трассы всего транзитного внегородского, особенно, грузового, движения. Такие трассы следует создавать, например, вдоль полос отвода железных дорог или в их пределах. Для защиты от шума в этом случае можно использовать выемки, земляные валы и другие экранирующие сооружения, а также специальные полосы шумозащитного озеленения.

Создавая между проезжей частью магистрали и

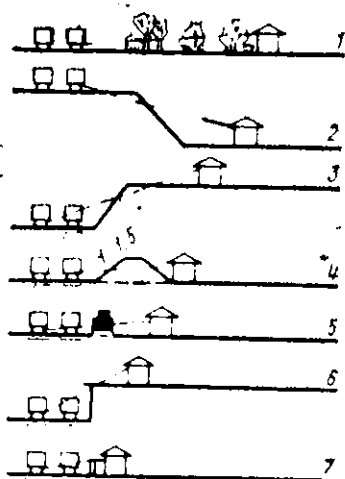


Рис. 22. Виды строительно-акустического экранирования шума:

1—зеленые насаждения; 2—обочины; 3—откосы выемок; 4—валы, кавальеры и естественные холмы; 5—ступенчатые стенки из сборных элементов; 6—подпорные стенки; 7—противошумовые экраны.

жилой застройкой полосы зеленых насаждений, можно добиться существенного снижения шума. Для снижения уровней шума на 15—18 дБА рекомендуется сочетать двух- и трехрядные зеленые полосы с экранирующими барьерами. В зимнее время защитная функция зеленых насаждений снижается в 3—4 раза по сравнению с летним.

Противошумовыми экранами называют препятствия между источником шума и защищаемой зоной, не допускающие прямолинейного распространения звука (рис. 22). Экран всегда должен возвышаться над ограничительной линией, что позволяет гарантировать снижение шума не менее чем на 6—8 дБА. Возвышение экрана над ограничительной линией называют эффективной высотой экрана.

Вертикальные экраны практически не защищают от шума верхние этажи близрасположенных зданий и целесообразны лишь в равнинной местности. При холмистом рельефе их эффективность снижается.

В зоне действия экрана благодаря отражению или поглощению им звука уровень шума может быть снижен в среднем на 10 дБА. Чем больше плотность материала, из которого сделан экран, тем лучше его защитные свойства. Действие экрана тем эффективнее, чем он ближе расположен к источнику шума. Противошумовые экраны не должны отвлекать внимание во-

дителей, желательно, чтобы они незаметно вписывались в ландшафт.

Для устройства противозумовых экранов применяют материалы, превращающие значительную часть падающей энергии звука в тепловую энергию. В первую очередь это волокнистые материалы минерального происхождения — минеральная вата и стекловолно. Непригодны вспененные полимерные материалы с замкнутыми пораами (например, вспененный полистирол), которые отражают энергии больше, чем получают. Отражение звука тем меньше, чем меньше сопротивление пористого материала прохождению воздушного потока. Для защиты от шума оказались наиболее пригодными плиты толщиной 5 см из минерального волокна объемной массой 100 кг/м³.

Звукопоглощающие материалы с открытыми пораами быстро загрязняются и очень чувствительны к влаге. Поэтому их поверхность специально пропитывают или покрывают тонкой пленкой, практически полностью непроницаемой для звуковых волн. От механического воздействия противозумовые стенки защищают решетками или плитами с перфорационными отверстиями. Степень звукопоглощения почти не снижается, если площадь отверстий составляет не менее 30% площади звукопоглощающего элемента.

Для эффективного поглощения низкочастотных шумов, возникающих при движении транспорта, между звукопоглощающим материалом и звукопроницаемой задней стенкой отражения рекомендуется устраивать воздушный промежуток. С увеличением ширины такого промежутка значительно возрастает степень поглощения шумов с низкими частотами.

Эффективно снижает транспортный шум (до 15 дБА) положение дороги в выемке, по бровкам откосов которой из вынутого грунта сооружают шумозащитные земляные валы.

Звукопоглощающими свойствами может обладать дорожное покрытие (до 71—100%), если в асфальтобетон вводить эпоксидную смолу (0,7—1,5% по массе), резину и отвердитель.

Роль зеленых насаждений в защите от шума. Недостаточное озеленение городских микрорайонов и кварталов, нерациональная застройка, интенсивное развитие автотранспорта и другие факторы создают повышенный

шумовой фон города. Борьба с шумом в городах — острая гигиеническая проблема, обусловленная усиливающимися темпами урбанизации.

Различные растения характеризуются разной способностью защиты от шума. Так, хвойные породы растений (ель и сосна) по сравнению с лиственными (древесными и кустарниковыми) лучше регулируют шумовой режим. При удалении от магистрали на 50 м лиственные древесные насаждения (акация, тополь, дуб) снижают уровень звука на 4,2 дБ, лиственные кустарниковые — на 6 дБ, ель — на 7 дБ и сосна — на 9 дБ; при удалении же на 250 м — соответственно на 10; 14; 15,5 и 17,5 дБ.

Исследования показали, что растения способны поглощать до 25% звуковой энергии, а 74% — ее отражать и рассеивать. Наилучшими в этом отношении являются: из хвойных пород — ель, пихта, туя; из лиственных — липа, граб и др.

Шумозащитная функция в определенной степени зависит от приемов озеленения. Однорядная посадка деревьев с живой изгородью из кустарника шириной 10 м снижает уровень шума на 3—4 дБ; такая же посадка, но двухрядная шириной 20—30 м — на 6—8 дБ, трех-четырёхрядная посадка шириной 25—30 м — на 8—10 дБ, бульвар шириной 70 м с рядовой и групповой посадкой деревьев и кустарников — на 10—14 дБ, многорядная посадка или зеленый массив шириной 100 м — на 12—15 дБ.

Высокий эффект защиты от шума достигается при размещении зеленых насаждений вблизи источников шума и одновременно защищаемого объекта.

Защитные свойства растений во многом определяются теми экологическими условиями, в которых они находятся. В городских условиях оптимальными для роста и развития многих растений являются парки площадью 50—100 га и сады, а также бульвары и скверы, неблагоприятными — вдоль асфальтированных улиц и магистралей.

В составе парковых насаждений у растений наблюдаются более интенсивные процессы фотосинтеза и дыхания по сравнению с теми, которые произрастают на асфальтированных улицах и вблизи магистралей.

Снижение шума от автомобильного транспорта. В режиме работы двигателя на уровень шума влияют

системы запуска и выпуска, частота вращения двигателя и нагрузка на него. Применяя на запуске глушитель шума или эффективный (с точки зрения акустики) воздухоочиститель, можно понизить шум, создаваемый двигателем, на 10—12 дБА, а отдельные частотные составляющие спектра уменьшить на 15—17 дБА. Глушитель в зависимости от конструкции снижает шум на 8—16 дБА.

Основным фактором, влияющим на шум от колес автомобиля, является характер рисунка протектора. Шины с гладким протектором вызывают небольшой шум, а с рельефным рисунком, например на вездеходах,—наибольший. Разница в уровне шума, создаваемого различными типами шин, может достигать 18 дБА. Для снижения уровня шума от шин рекомендуется делать боковые вырезы на протекторе с неравномерным шагом.

В некоторых странах, например в Австрии, автомагистрали покрывают так называемым «шепчущим» асфальтом. Такой асфальт поглощает шум от движения автомобилей и понижает его до уровня, адекватного уровню, достигаемому при сокращении числа проезжающих автомобилей наполовину либо уменьшении ими скорости на 25%. Другие ценные свойства этого асфальта заключаются в следующем: поглощение влаги, в результате чего даже в самый сильный дождь шоссе остается сухим, а зимой оно не покрывается изморозью; высокая эластичность, не позволяющая ему растрескиваться при резких переменах температуры; хорошее сцепление с автомобильными шинами.

В балансе шума автомобиля заметную роль играют тип кузова, а также конструкция подвесок двигателя и кузова. Шум от кузова возникает вследствие его вибрации при движении автомобиля и работе двигателя. Для уменьшения вибрации и снижения шума внутренние поверхности кузова покрывают вибропоглощающими пастами (например, пастой № 580, представляющей собой смесь битума и измельченного асбеста). Такую пасту наносят слоем 2 мм, и после высыхания она сохраняет эластичность. Вибрация кузова, возникающая от толчков при движении по неровной дороге, предотвращается рессорами или подвесками специальных конструкций, в частности пневматическими.

Для ослабления шумового воздействия автомобильного транспорта на среду обитания необходимо: а) снизить скорость движения автомобилей, улучшить организацию уличного потока, запретить движение отдельных видов автомобилей по определенным трассам и в определенное время суток; б) совершенствовать ходовую и тяговую части транспортных средств; следить за техническим состоянием автомобилей (за креплением болтовых соединений, исправностью бортов грузовых автомобилей и др.).

Шум во время дорожно-строительных и путевых работ вызывается аэродинамическим выхлопом газов дизелей. Для уменьшения шума тяжелых путевых машин на дизельных двигателях устанавливается глушитель. Он состоит из трех расширительных камер, перфорированных трубок, которые сглаживают пульсацию потока отработавших газов и выпускного патрубка, поворачивающего перед выпуском в атмосферу газовый поток на 90 градусов. Эти особенности конструкции глушителя позволяют снизить уровень шума на 20 дБА.

ИНФРАЗВУК И ВИБРАЦИЯ КАК ФАКТОРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В природе сильный инфразвук — явление крайне редкое. Проблема инфразвука возникла в век огромных сооружений, мощных машин и установок. Именно их эксплуатация выявила эффекты, ранее не принимавшиеся медиками и строителями в расчет, — инфразвуковые.

Источники инфразвука — природные (землетрясения, вулканические извержения, разряды молнии, магнитные бури, ветер, обтекающий препятствия, микросейсмические колебания поверхности Земли) и промышленные (газотурбинные установки, приводящие в движение большие массы воздуха или газа, выброс отработавших газов двигателями внутреннего сгорания, всасывание воздуха компрессорными и дизельными установками, сброс пара теплоустановками или воды гидроэлектростанциями, потоки движущегося транспорта, двигатели ракет и современных самолетов, все промышленные агрегаты вибрационного действия с низкой частотой, а также звуковые хлопки сверхзвуковых самолетов) звуки.

Звук очень низкой частоты вызывает резонанс в

различных внутренних органах человека. Как следствие — раздражается множество проприо- и интерорецепторов, расположенных в зоне распространения инфразвуков. Колебания передают информацию о раздражителе в нервные центры и вызывают рефлекторные реакции других органов и систем. Таким путем механическая энергия инфразвуков трансформируется в тепловую, а отчасти — в энергию биохимических и биоэлектрических процессов, характеризующих ответную реакцию всего организма на инфразвуковой раздражитель. В результате возникают болевые и другие неприятные ощущения, а также реакции со стороны нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а при определенных степенях интенсивности инфразвука — и реакции стресса. При воздействии инфразвука может произойти смещение глаз и нарушиться зрение.

Большинство исследователей считают физиологически наиболее активным для человека диапазон частот от 2 до 17 Гц вследствие резонансных явлений со стороны внутренних органов. Частота 7 Гц совпадает с α -ритмом биотоков мозга. Этим объясняются нервно-психические явления, наблюдаемые у человека при действии инфразвуков (поражаются все виды интеллектуальной деятельности, ухудшается настроение, иногда появляется ощущение растерянности, тревоги, испуга, страха, а при высокой интенсивности — чувство усталости, слабости до полной прострации, как после сильного нервного потрясения). Частота от 5 до 9 Гц вызывает наибольшее увеличение амплитуды колебаний печени, селезенки, желудка, вследствие чего появляются болезненные ощущения в грудной клетке и нижней части живота. Инфразвук более высоких частот при глотании вызывает болезненные ощущения в полости рта, гортани, а также в мочевом пузыре и прямой кишке.

Как показали данные биохимических, гистохимических и электронно-микроскопических исследований, при воздействии инфразвука в первую очередь нарушается функциональное состояние нервной системы. Эти изменения, а также сдвиги в симпатико-адреналовой системе ведут к нарушению трофики тканей внутренних органов, в том числе головного мозга, миокарда, печени, к изменению со стороны микроциркуляции и клеточных органелл миокарда (в особенности мито-

хондрий). Нарушаются биологическое окисление и биоэнергетические процессы. Определённую роль в патогенезе изменений играют изменения иммунобиологической реактивности.

Инфразвуки могут оказывать на человека существенное воздействие, в особенности, если они носят длительный характер. Низкочастотные шумы и инфразвуки даже при небольшой интенсивности могут вызвать астеническое состояние. Уровни инфразвука в 110 дБ вызывают изменения центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, а также органа слуха. Допустимый уровень инфразвука 90 дБ.

Инфразвуковые и низкочастотные колебания возникают при взлете и посадке самолетов, движении автотранспортных потоков и электропоездов.

При проектировании различных строительных объектов и жилых зданий следует учитывать инфразвуковой резонанс. Используя ребристые и другого вида конструкции повышенной жесткости, можно снизить инфразвуковой шум в зданиях аэровокзалов, вблизи оживленных эстакад, на промышленных предприятиях.

Вибрация и способы ее уменьшения. Бурный рост городов, развитие всех видов транспорта, насыщение жилых и общественных зданий санитарно-техническим и инженерным оборудованием и др. обуславливают высокий вибрационный фон, который представляет опасность для здоровья человека.

Источниками вибрации в жилых зданиях являются: транспорт, промышленные установки, инженерно-технологическое оборудование зданий. Колебания высокой интенсивности вызывают городской рельсовый транспорт мелкого заложения и открытые радиусы метрополитена, а в ряде случаев — и железнодорожные магистрали. Вибрация, возникающая в зданиях от движения поездов, носит регулярный прерывистый характер. Спектральный состав измеряемых колебаний характеризуется максимальными уровнями и наибольшим превышением над фоновым значением в октавных полосах частот 51,5—63 Гц. По мере удаления от источника амплитуда колебаний снижается.

В практике градостроительства известны случаи резко негативной реакции населения на воздействие вибрации (от легкого беспокойства до сильного раздражения). Вследствие этого дома, построенные вбли-

зи тоннелей метрополитена мелкого заложения, были признаны непригодными для проживания из-за вибрации и использованы под административно-хозяйственные учреждения.

При распространении колебаний по высоте многоэтажного здания на верхних этажах наблюдается как ослабление, так и усиление вибрации (обусловлено явлением резонанса). Эквивалентные уровни виброускорения в жилых зданиях на расстоянии 16—20 м от тоннеля колеблются в течение суток от 36 до 42 дБ, при этом эквивалентные уровни шума, сопутствующие вибрации, составляют 46—48 дБА. В некоторых случаях регистрируются высокие уровни вибрации от инженерно-технологического оборудования самих зданий (лифты) и встроенных объектов.

Уровни вибрации, не вызывающие значительного субъективного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, а также слуховой чувствительности рекомендованы в качестве допустимых величин. Нормативными параметрами вибрации в жилых зданиях являются уровни виброускорения 25—25—25—31—37—43 дБ в октавных полосах частот 2—4—6—16—31, 5—61 Гц.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ

К естественным электромагнитным полям (ЭМП) относится геомагнитное поле (ГМП), или магнитное поле Земли. Существует множество гипотез о происхождении ГМП, в том числе гипотеза о существовании фундаментального закона природы, согласно которому всякое вращающееся тело обладает магнитным полем.

После полета первых спутников стало возможным серьезное изучение этих явлений. Люди узнали о строении заатмосферных оболочек Земли: ионосферы, плазмосферы (представляющей собой гигантскую оболочку из плотной плазмы с дырами у магнитных полюсов), аврорального слоя, в котором образуются полярные сияния (этот слой состоит из горячей плазмы и напоминает хвост, вытянутый в сторону от Солнца), и оболочки из магнитных полей, расположенной в

очень разреженном, почти космическом пространстве. Вся эта многослойная система достаточно устойчива.

При сильных изменениях электромагнитных условий в межпланетной среде, например, при усилении солнечного ветра, в авроральной области происходит уплотнение плазмы — она поляризуется. В результате этого возникают электрические токи, идущие из ионосферы к авроральному слою через полярные дыры. Ионы, попавшие в авроральную область, порождают электрические поля. В результате на Земле ощущаются магнитные бури и наблюдаются полярные сияния.

Установлено, что магнитное поле Земли оказывает влияние на живые организмы (растения, животных и человека) — на генетический гомеостаз, биоритмы и др. Изменение магнитного поля воздействует на нервную систему человека, приводя ее в возбуждение, на кровь и др., вызывает некоторые болезни. Магнитное поле Земли имеет напряженность около 398 А/м (или 5Э) и постоянно меняется. С удалением от Земли напряженность ее магнитного поля уменьшается.

Наряду с естественными электромагнитными полями существуют искусственные электромагнитные поля. Уровень искусственных электромагнитных полей в отдельных районах в сотни раз выше среднего уровня естественных полей. Источниками искусственных электромагнитных полей являются различные радиопередающие устройства, электрифицированные транспортные линии и линии электропередачи и др.

Искусственные электромагнитные поля (ЭМП) оказывают неблагоприятное воздействие на здоровье человека, вызывая нарушения в системах, органах и тканях, а также различные функциональные изменения в деятельности сердечно-сосудистой и эндокринной систем.

ЭМП малой интенсивности не могут вызвать серьезных изменений в живом организме в целом, однако неблагоприятные слабые изменения могут проявиться через несколько поколений. Под влиянием ЭМП низкой и средней интенсивности обычно возникают изменения в органах и системах, выполняющих приспособительные функции к условиям окружающей среды. При увеличении интенсивности сверхвысокочастотных полей в организме развиваются приспособительные реакции и компенсаторно-приспособительные реакции, проявляющиеся главным образом в изменении окислительно-

восстановительных процессов и кислородного режима тканей.

В связи с сооружением магистральных линий электропередачи (ЛЭП) сверхвысокого напряжения (500, 750 и 1150 кВ) возникает проблема биологического воздействия электрического поля промышленной частоты (ЭППЧ) в населенных пунктах. Как правило, сверхвысоковольтные ЛЭП (600 и 750 кВ) не проходят по территории населенных пунктов, но в отдельных случаях пересекают дачные поселки, усадьбы, приусадебные участки, сады, огороды и т. п. В большинстве случаев (около 80%) ЛЭП проходят по пахотным угодьям, где периодически находятся люди, выполняющие различные сельскохозяйственные работы (как вблизи ЛЭП, так и под ними). В местах наибольшего провисания проводов и в пятиметровой зоне от линии напряжения ЭППЧ для ЛЭП 500 кВ составляют 8 кВ/м, для ЛЭП 750 кВ — более 15 кВ/м. В результате интенсивного поглощения электрической энергии почвой и по мере удаления от трассы линии электропередачи напряженность поля снижается до 100 кВ/м на расстоянии 40—45 м для ЛЭП 500 кВ и на расстоянии 65—70 м — для ЛЭП 750 кВ. Причем начиная с 25 м удаления от ЛЭП напряженность электрического поля снижается одинаково для различных расстояний.

Защита населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты. Высоковольтные линии (ВЛ) создают в окружающем пространстве электрическое поле, напряженность которого снижается по мере удаления от ВЛ. Электрическое поле вблизи ВЛ может оказывать вредное воздействие на человека. Различают следующие виды воздействия:

— непосредственное воздействие, проявляющееся при нахождении в электрическом поле. Эффект этого воздействия усиливается с увеличением напряженности поля и времени пребывания в нем;

— воздействие электрических разрядов (импульсного тока), возникающих при прикосновении человека к изолированным от земли конструкциям, корпусам машин и механизмов на пневматическом ходу и протяженным проводникам или при прикосновении чело-

века, изолированного от земли, к заземленным конструкциям и другим заземленным объектам;

— воздействие тока, проходящего через человека, находящегося в контакте с изолированными от земли объектами (крупногабаритными предметами, машинами и механизмами, протяженными проводниками), — тока стекания.

Кроме того, электрическое поле может стать причиной воспламенения или взрыва паров горючих материалов и смесей в результате возникновения электрических разрядов при соприкосновении предметов и людей с машинами и механизмами. Степень опасности каждого из указанных факторов возрастает с увеличением напряженности электрического поля.

Согласно санитарным нормам и правилам защиты населения от воздействия электрического поля, создаваемого воздушными линиями электропередачи переменного тока промышленной частоты, в качестве предельно допустимых уровней приняты следующие значения напряженности электрического поля:

- внутри жилых зданий — $0,5 \text{ кВ/м}$;
- на территории зоны жилой застройки — 1 кВ/м ;
- в населенной местности вне зоны жилой застройки (земли городов в пределах городской черты в границах их перспективного развития на 10 лет, пригородные и зеленые зоны, курорты, земли поселков городского типа, в пределах поселковой черты и сельских населенных пунктов, в пределах черты этих пунктов), а также на территории огородов и садов — 5 кВ/м ;

— на участках пересечения ВЛ с автомобильными дорогами I—IV категории — 10 кВ/м ;

— в населенной местности (незастроенные территории, посещаемые людьми и доступные для транспорта, сельскохозяйственные угодья) — 15 кВ/м ;

— в труднодоступной местности (не доступной для транспорта и сельскохозяйственных машин) и на участках, специально выгороженных для исключения доступа населения, — 20 кВ/м .

При напряженности электрического поля выше 1 кВ/м должны быть приняты меры, исключающие воздействие на человека ощутимых электрических разрядов и токов стекания.

Предельно допустимые значения напряженности

нормируются для электрического поля, не искаженного присутствием человека. Напряженность электрического поля определяется на высоте 1,8 м от уровня земли, а для помещений — от уровня пола.

Контроль за соблюдением предельно допустимых уровней напряженности электрического поля производят при приемке в эксплуатацию новых зданий, сооружений и зон организованного пребывания людей вблизи ВЛ; после проведения мероприятий по снижению уровней электрического поля ВЛ.

В целях защиты населения от воздействия электрического поля ВЛ устанавливаются санитарно-защитные зоны. Санитарно-защитной зоной ВЛ, в которой напряженность электрического поля превышает 1 кВ/м, является территория вдоль трассы ВЛ.

Для вновь проектируемых ВЛ, а также зданий и сооружений допускается принимать границы санитарно-защитных зон вдоль трассы ВЛ с горизонтальным расположением проводов и без средств снижения напряженности электрического поля по обе стороны от нее на следующих расстояниях от проекции на землю крайних фазных проводов в направлении, перпендикулярном ВЛ:

20 м — для ВЛ напряжением 330 кВ;	
30 м — то же	500 кВ;
40 м —«—	750 кВ;
55 м —«—	1150 кВ.

Если напряженность электрического поля превышает предельно допустимые уровни, должны быть приняты меры по ее снижению. В местах возможного пребывания человека напряженность электрического поля может быть уменьшена путем удаления жилой застройки от ВЛ, применения экранирующих устройств и других средств.

Сельскохозяйственные угодья, находящиеся в санитарно-защитных зонах, рекомендуется использовать под выращивание таких культур, которые не требуют ручной обработки. Машины и механизмы на пневматическом ходу, расположенные в санитарно-защитных зонах ВЛ, должны быть заземлены. В качестве заземлителя допускается использование металлической цепи, соединенной с рамой или кузовом и касающейся земли. Машины и механизмы без крытых металлических кабин, применяемые при сельскохозяйственных

работах в санитарно-защитной зоне ВЛ напряжением 750 кВ и выше, должны оснащаться экранами для снижения напряженности электрического поля на рабочих местах механизаторов. На территории санитарно-защитных зон ВЛ напряжением 750 кВ и выше запрещается проведение сельскохозяйственных и других работ лицами в возрасте до 18 лет.

В пределах санитарно-защитной зоны запрещается размещать жилые и общественные здания и сооружения, площадки для стоянки и остановки всех видов транспорта, предприятия по обслуживанию автомобилей и склады нефти и нефтепродуктов; производить операции с горючим, выполнять ремонт машин и механизмов.

В санитарно-защитных зонах действующих ВЛ напряжением 750 кВ и выше запрещается оставлять жилые здания и приусадебные участки. Металлические кровли зданий, оставляемых в санитарно-защитных зонах ВЛ напряжением 330—500 кВ, должны быть заземлены не менее, чем в двух местах. Сопротивление заземления не нормируется. Напряженность электрического поля в этих зданиях может быть снижена установкой заземленной металлической сетки на крыше зданий, а на открытых территориях — установкой экранирующих перегородок (железобетонных заборов, тросовых экранирующих устройств) или посадкой деревьев и кустарников высотой не менее 2 м.

Шпалерную проволоку для подвески винограда, хмеля и т. п., находящуюся в санитарно-защитных зонах ВЛ, рекомендуется располагать перпендикулярно оси ВЛ. Каждый проводник должен быть заземлен не менее, чем в трех точках.

При проведении строительно-монтажных работ в санитарно-защитных зонах ВЛ необходимо заземлять протяженные металлические объекты (трубопроводы, кабели, провода линий связи и пр.) не менее, чем в двух точках, а также на месте производства работ.

В местах пересечения автодорог с ВЛ должны устанавливаться дорожные знаки, запрещающие остановку транспорта в санитарно-защитных зонах ВЛ.

В районах прохождения ВЛ персоналом предприятий электрических сетей, обслуживающих эти ВЛ, должна проводиться разъяснительная работа среди населения по пропаганде мер безопасности при рабо-

тах и нахождении вблизи ВЛ. При подготовке и в процессе проведения сельскохозяйственных и других работ вблизи ВЛ лица, ответственные за проведение этих работ, должны проводить инструктаж работающих и обеспечивать выполнение мер защиты от воздействия электрического поля.

Ближайшее расстояние от оси проектируемых ВЛ напряжением 750—1150 кВ до границы населенных пунктов, как правило, должно быть 250 м — для ВЛ напряжением 750 кВ и 300 м — для ВЛ напряжением 1150 кВ.

Защита населения от электромагнитного поля радио-, телевизионных и радиолокационных станций. Основные источники высокочастотной энергии в населенных пунктах — радио- и телепередающие центры и радиолокаторы. С развитием радиовещания, телевидения и радиолокации возникает опасность воздействия электромагнитного поля на людей. Интенсивность этого поля зависит прежде всего от мощности объекта, конструктивных особенностей антенных систем и их установки, рельефа местности. Она может быть определена не только инструментальными, но и расчетными методами. Определение ожидаемой напряженности электромагнитного поля на различных расстояниях от источника излучения дает возможность заранее решить вопрос о рациональном размещении радиопередающего объекта или вновь строящихся жилых массивов в районе действующих радиопередающих объектов, а также предусмотреть защитные мероприятия от воздействия электромагнитного поля на людей.

В практике встречается диапазон частот 30 кГц — 300000 МГц (табл. 7). Из таблицы видно, что в диапазоне длинных (5-й диапазон), средних (6-й диапазон), коротких (7-й диапазон) волн и частично УКВ (8-й диапазон) работают станции радиовещания и радиосвязи; в диапазоне ультракоротких волн (8-й диапазон) — телецентры и телевизионные ретрансляторы; в диапазоне СВЧ-дециметровом (9-й диапазон), сантиметровом (10-й диапазон) и миллиметровом (11-й диапазон) — радиолокационные станции, системы радионавигации и радиоастрономии. Дециметровые волны используются также для целей телевидения.

Передающая станция состоит из следующих элементов: радиопередатчика, фидерных линий (система

Диапазон частот и радиоволн, встречающийся в санитарно-гигиенической практике (в сопоставлении с международной классификацией радиоволн)

Международная классификация			Классификация, используемая в практике гигиенического нормирования	
Наименование диапазона			Наименование и границы диапазона радиочастот	Наименование и границы диапазона радиоволн
Основной термин	Параллельный термин к границе диапазона			
	радиочастот	радиоволн		
5-й диапазон	Низкие частоты (НЧ) 30—300 кГц	Километровые волны 10—1 км	Высокие частоты (ВЧ) 10 кГц — 30 МГц	Длинные волны 3—1 км
6-й диапазон	Средние частоты (СЧ) 0,3—3 МГц	Гектометровые волны 1—0,1 км		Средние волны 1—0,1 км
7-й диапазон	Высокие частоты (ВЧ) 3—30 МГц	Декаметровые волны 100—10 м	Ультравысокие частоты (УВЧ) 30—300 МГц	Короткие волны 100—10 м
8-й диапазон	Очень высокие частоты (ОВЧ)	Метровые волны 10—1 м		Ультракороткие волны 10—1 м
9-й диапазон	Ультравысокие частоты (УВЧ) 0,3—3 ГГц	Дециметровые волны	Сверхвысокие частоты	Дециметровые волны 10—1 м
10-й диапазон	Сверхвысокие частоты (СВЧ) 3—30 ГГц	Сантиметровые волны		Сантиметровые волны 10—1 м
11-й диапазон	Крайне высокие частоты (КВЧ) 30—300 ГГц	Миллиметровые волны		Миллиметровые волны 10—1 мм

кабелей и волноводов, по которым энергия подается от передатчика к антенне), антенных коммутаторов, одной или нескольких антенн. Радиостанция может быть оснащена одним или несколькими радиопередатчиками. Мощность радиопередатчиков выражается в ваттах (Вт), киловаттах (кВт). Радиостанции, работающие в диапазоне длинных, средних и коротких волн, оснащаются радиопередатчиками, которые по мощности подразделяются на передатчики: а) малой мощности (до 5 кВт), б) средней мощности (от 5 до 25 кВт), в) мощные (от 25 до 100 кВт) и г) сверхмощные (от 100 кВт и более).

Телецентры и телевизионные ретрансляторы оснащаются передатчиками: а) малой мощности (до 5/2,5 кВт¹), б) средней мощности (до 25/7,5 кВт) и в) большой мощности (50/15 кВт и выше).

Антенны передающих радиообъектов и радиолокационных станций являются основным излучающим элементом, т. е. источником энергии электромагнитного поля радиоволн в населенных местах.

Антенны, используемые для радиовещания и радиосвязи в диапазонах средних и коротких волн, характеризуются большим разнообразием. По диаграмме направленности в горизонтальной плоскости они подразделяются на антенны ненаправленного (кругового), направленного и остронаправленного излучения.

Антенны, используемые в телевидении и на УКВ ЧМ-вещательных радиостанциях, имеют круговую диаграмму направленности в горизонтальной плоскости, т. е. они излучают электромагнитную энергию равномерно по кругу.

Антенны, используемые для радиолокации, характеризуются острой диаграммой направленности в горизонтальной плоскости, т. е. они излучают электромагнитную энергию узким направленным пучком. Диаграмма направленности может иметь один или несколько лепестков, в каждом из которых существует направление максимального излучения.

При размещении радиопередающих объектов на территории жилой застройки или вблизи нее могут возникать условия, при которых население подверга-

¹ Перед косой чертой приводятся значения мощности передатчика канала изображения, за ней — мощности передатчика канала звукового сопровождения.

ется воздействию электромагнитной энергии радиоволн. При этом степень воздействия энергии электромагнитного поля зависит от мощности объекта, конструктивных особенностей излучающих систем, места нахождения населенного пункта относительно источника излучения и некоторых других факторов.

Единицы измерения. Радиоволны, излучаемые антеннами передающих радиостанций, распространяются в пространстве в виде электромагнитного поля, в котором можно выделить две взаимосвязанные составляющие: магнитную и электрическую. Величина электромагнитной энергии в диапазонах длинных, средних, коротких и ультракоротких волн оценивается напряженностью поля. Единицей напряженности поля для электрической составляющей являются вольт на метр (В/м) или его производные (мВ/м) и мкВ/м), а для магнитной — ампер на метр (А/м) и соответственно (мА/м и мкА/м)¹.

В диапазонах сверхвысоких частот (СВЧ) электромагнитные волны оцениваются плотностью потока энергии (ППЭ). За единицу ППЭ принимается ватт на квадратный метр (Вт/м²) или его производные (мВт/см², мкВт/см²).

Между величинами плотности потока энергии и напряженностью поля существует зависимость:

$$\text{ППЭ} = \frac{E^2}{3,77},$$

где ППЭ — плотность потока энергии, мкВт/см²; E — напряженность поля, В/м.

Предельно допустимые величины электромагнитной энергии. Уровень электрической энергии в населенных местностях не должен превышать предельно допустимые величины, приводимые в табл. 8. Диапазоны радиоволн, приведенные в данной таблице, включают наименьшую длину волны и исключают наибольшую.

Систематические воздействия электромагнитного поля радиоволн с уровнями, превышающими предельно допустимые, могут вызвать изменения в центральной нервной, сердечно-сосудистой, эндокринной и других системах организма человека.

¹ Магнитная составляющая электромагнитного поля в условиях населенных мест в настоящее время не нормируется.

**Предельно допустимые величины электромагнитной
энергии на территории жилой застройки**

Наименование диапазонов радиоволн	Границы диапазона радиоволн (частота, длина волны)	Предельно допустимые величины электромагнитной энергии
Длинные волны	30—300 ГГц/10—1 км ¹	10 В/м
Средние волны	0,3—3 МГц/1—0,1 км	10 В/м
Короткие волны	3—30 МГц/100—10 м	4 В/м
Ультракороткие волны	30—300 МГц/10—1 м	2 В/м
Микроволны (круглосуточное облучение)	300 МГц—300 ГГц/1 м—1 мм	5 мкВт/см ²
¹ Перед косой чертой — частота радиоволн, за чертой — их длина.		

Требования к размещению объектов, излучающих в окружающую среду электромагнитную энергию радиоволн. Площадки для размещения передающих радиоволновых, средневолновых и коротковолновых радиостанций, телецентров, телевизионных ретрансляторов, радиолокационных станций, радиорелейных линий связи необходимо выбирать с учетом мощности объекта, конструктивных особенностей антенн и исходя из того, чтобы уровень электромагнитной энергии на территории жилой застройки не превышал допустимого.

Передающие радиоцентры, радиостанции, телецентры по мощности, соответствующие мощности одного передатчика или суммарной мощности нескольких передатчиков (около 100 кВт), а также обзорные радиолокационные станции следует размещать за пределами населенных мест с выполнением условий, обеспечивающих соблюдение установленных предельно допустимых уровней электромагнитной энергии.

Для снижения степени облучения территории жилой застройки антенны радиолокационных станций следует устанавливать на насыпях (эстакадах) или естественных возвышениях, максимально ограничивая использование отрицательных углов наклона антенн.

Технические территории передающих радиостанций, радиолокационных объектов, телецентров и телевизионных ретрансляторов должны быть ограждены в соответствии с требованиями строительных норм и пра-

вил для предотвращения случайных попаданий на них населения. На антенных полях передающих радиостанций, телецентров, телевизионных ретрансляторов, радиорелейных линий связи нахождение лиц, не связанных с их обслуживанием, не разрешается.

Размещение жилых и общественных зданий на технической территории объектов, являющихся источником излучения электромагнитной энергии радиоволн, не допускается.

Для защиты населения от воздействия электромагнитной энергии, излучаемой передающими радио-, телевизионными станциями, объектами радиолокации, между перечисленными объектами и жилой застройкой располагают санитарно-защитные зоны. Размер санитарно-защитной зоны должен обеспечить на ее внешней границе установленный в соответствии с нормами и правилами предельно допустимый уровень электромагнитной энергии. Размеры санитарно-защитной зоны определяются на стадии проектирования расчетными методами для каждого конкретного объекта в зависимости от его назначения, рабочей частоты, количества и мощности передатчиков, типа и высоты установки антенн над уровнем земли, рельефа местности. Результаты расчетов после ввода в эксплуатацию передающего радиообъекта проверяются инструментальными измерениями. Санитарно-защитная зона для передающих радиостанций, оборудованных антеннами ненаправленного действия, для телецентров и телевизионных ретрансляторов, а также для радиолокационных станций кругового обзора располагается по радиусу, т. е. по кругу.

Для передающих радиостанций, оборудованных антеннами направленного действия, а также для радиолокационных станций, антенны которых сканируются в определенном секторе или фиксированы в одном направлении, санитарно-защитная зона размещается в направлении излучения электромагнитной энергии. В этом случае должны учитываться боковые и задние лепестки диаграммы излучения антенн.

Для передающих радиостанций, телецентров, телевизионных ретрансляторов, радиолокационных станций, антенны которых излучают электромагнитную энергию под определенным углом к горизонту (причем уровень ее изменяется в зависимости от высоты

Таблица 9

Размеры санитарно-защитных зон для типовых передающих радиостанций

Мощность одного передатчика, кВт	Тип передающих радиостанций	Размеры санитарно-защитных зон, м
Малой мощности — до 5	Длинноволновые	10
	Средневолновые	20
	Коротковолновые	175
Средней мощности — от 5 до 25	Длинноволновые	10—75
	Средневолновые	20—150
	Коротковолновые	
Большой мощности — от 25 до 100	Длинноволновые	75—480
	Средневолновые	150—960
	Коротковолновые	400—2500
Сверхмощные — свыше 100	Длинноволновые	Более 480
	Средневолновые	Более 960
	Коротковолновые	Более 4500

Таблица 10

Размеры санитарно-защитных зон для типовых телецентров и телевизионных ретрансляторов

Мощность одного передатчика, кВт	Количество программ	Суммарная мощность объекта с учетом УКВ и ЧМ вещания, кВт	Размеры санитарно-защитных зон
Малой мощности — до 5/2,5*	1	До 10	В пределах технической территории
Средней мощности до 25/6,5	1	До 75	200—300
Большой мощности до 50/15	2	До 160	400—500
Сверхмощные — свыше 50/15	3	Около 200	500—1000

*Перед чертой приводится мощность передатчика канала изображения, за чертой — мощность канала звукового сопротивления.

над уровнем земли), санитарно-защитная зона располагается дифференцированно по вертикали для следующих высот (в метрах): 3, 6, 9, 12, 15 и т. д.

Размеры санитарно-защитных зон для типовых радиопередающих объектов — передающих радиостанций, телецентров, телевизионных ретрансляторов — приве-

дены в табл. 9 и 10. Размеры санитарно-защитных зон для нетиповых радиопередающих объектов определяются с учетом реальных условий. При этом размеры этих зон в зависимости от мощности объекта, типа и высоты установки антенн над уровнем земли, диаграммы излучения электромагнитной энергии, рельефа местности могут изменяться как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения. На территории санитарно-защитных зон не допускается организация мест массового отдыха населения.

Уровень электромагнитной энергии в зданиях может быть снижен за счет планировочных решений, применения специальных строительных конструкций. В связи с этим санитарно-защитную зону в целях рационального использования ее территории подразделяют на зону «строгого режима» и зону «ограничения». Зона «строгого режима» должна включать техническую территорию радиопередающего объекта или радиолокационной станции. В том случае, если зона «строгого режима» больше технической территории, в ее состав должна входить и часть прилегающей территории, граница которой определяется расчетом. На внешней границе зоны «строгого режима» уровень электромагнитной энергии не должен превышать предела, допустимого для производственных условий, т. е. в диапазоне:

- а) длинных и средних волн (от 60 кГц до 3 МГц)—50 В/м;
- б) коротких волн (от 3 до 30 МГц)—20 В/м;
- в) ультракоротких волн (от 30 до 50 МГц)—10 В/м;
- г) микроволн (от 300 МГц до 3000 ГГц)—10 мкВт/см².

Зона «ограничения» представляет собой территорию, которая непосредственно примыкает к территории зоны «строгого режима». На внутренней границе этой территории уровень электромагнитной энергии не должен превышать предельно допустимого для производственных условий, а на внешней границе — предельно допустимого для условий населенных мест (табл. 8).

На территории зоны «строгого режима» могут размещаться сооружения, входящие в состав радиопередающих объектов и радиолокационных станций. Эта территория может также использоваться для выращивания сельскохозяйственных культур. Зона «строгого режима» передающих объектов в случае, если она превышает пределы технической территории, ограждается предупреждающими знаками — «запретная зона».

На территории зоны «ограничения» могут размещаться административно-хозяйственные и общественные здания при условии проведения мероприятий, обеспечивающих снижение уровня электромагнитной энергии в них до предельно допустимого (табл. 8).

Проектная документация на размещение и строительство новых и реконструируемых передающих объектов и радиолокационных станций должна содержать данные, характеризующие распределение энергии электромагнитного поля радиоволн на территориях, прилегающих к радиообъектам, а также мероприятия по защите населения от воздействия этого фактора.

В жилой зоне, где уровень электромагнитной энергии превышает предельно допустимые величины, должны производиться мероприятия по его снижению. К таким мероприятиям относятся: ограничение мощности радиопередающих объектов, изменение направления угла излучения и высоты установки антенн, вынос радиопередающего объекта за пределы жилой застройки или вынос жилья из зоны влияния радиопередающего объекта и т. д.

Методы контроля напряженности и плотности потока энергии электромагнитного поля. Контроль за соблюдением предельно допустимых значений электромагнитного поля должен осуществляться органами санитарного надзора на стадии проектирования и эксплуатации радиопередающих объектов путем расчетного определения, а также измерения напряженности и плотности потока энергии электромагнитного поля на территориях, прилегающих к передающим радиостанциям, телецентрам, телевизионным ретрансляторам и радиолокационным станциям.

Измерения электромагнитного поля в порядке текущего надзора следует проводить не реже одного раза в год, а также при приемке в эксплуатацию новых или реконструированных радиопередающих объектов; при приемке в эксплуатацию новых жилых массивов, зданий, расположенных на территориях, прилегающих к радиопередающим объектам; при внесении изменений в конструкцию радиопередатчиков антенных систем; при внесении изменений в режимы работы радиопередающих объектов или отдельных его установок, излучающих электромагнитную энергию; после выполнения ремонтных работ на установках, излучающих электромагнитную энергию.

В целом экологическую ситуацию в мире в настоящее время следует оценивать как напряженную, неблагоприятную. Среди глобальных экологических проблем, так или иначе связанных с антропогенным воздействием и прежде всего с загрязнением атмосферы и других природных сред (или попаданием в природу различных веществ антропогенного происхождения), следует назвать проблемы возможного изменения климата, нарушения озонового слоя, закисления природных сред в результате распространения окислов серы и азота и выпадения кислотных дождей, загрязнения Мирового океана, возможного изменения электрических свойств атмосферы, радиоактивного загрязнения биосферы.

К проблемам, связанным не только с загрязнением, но и с нерациональным использованием возобновляемых природных ресурсов, относятся проблемы деградации почв и опустынивания, утраты рядом регионов биологического разнообразия, обезлесения, истощения живых ресурсов моря.

В результате экстенсивного расширения производства расточительно используются природные ресурсы, возрастают масштабы и интенсивность загрязнения окружающей среды, порождается или усугубляется дефицит природных, материальных и трудовых ресурсов, снижается качество продукции, нарушаются нормальные условия воспроизводства природных и производственных систем, возникают обширные территории с кризисной экологической ситуацией, нуждающейся в радикальном лечении (например, в бассейнах Арала, в низовьях Амударьи и др.). Все это в конечном итоге нарушает экологическое равновесие в природе, ухудшает условия жизнеобитания.

Постоянными атрибутами современной жизни людей, проживающих в промышленно развитых странах, является не только нервно-психическое напряжение, которое они испытывают в процессе повседневной деятельности, но и воздействие на организм факторов физической, химической и биологической природы, в частности таких, как загрязнение атмосферы и воды, химизация сельского хозяйства, синтетические лекарственные препараты и т. д.

Подвергаясь систематическому воздействию эколо-

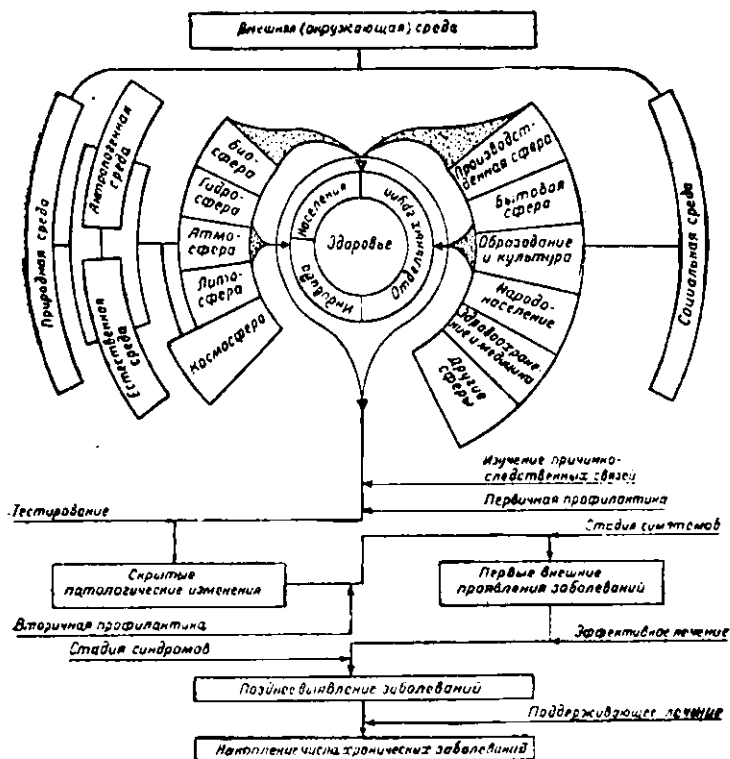


Рис. 23. Модель влияния окружающей среды на здоровье населения.

гических факторов, человеческий организм во многих случаях не успевает мобилизовать психофизиологические ресурсы и адаптироваться к экстремальным условиям среды, вследствие чего в нем происходит нарушение нормального функционирования регуляторных систем.

Установлен значительный рост аллергических заболеваний, связанных с химическим и биотехнологическим загрязнением атмосферного воздуха, снижение сопротивляемости организма у детей, что делает их более уязвимыми к инфекционным и другим заболеваниям. Модель влияния окружающей среды на здоровье населения, принятая Европейским бюро ВОЗ, представлена на рис. 23.

На протяжении многих столетий вся человеческая деятельность, в том числе промышленное и сельскохозяйственное производство, развивались на основе представлений о неисчерпаемости природных ресурсов и безграничной способности природной среды к самоочищению, т. е. без учета нарушений экологического равновесия под влиянием стремительно растущего антропогенного воздействия. Интенсивный рост мирового индустриального и сельскохозяйственного производства, особенно во второй половине XX столетия, явился главной причиной не только региональной, но и глобальной деградации жизненно важных качеств природной среды. Деградация окружающей среды требует нового мышления, которое привело бы к установлению новых форм поведения в сферах производства, экономики, науки и образования. Необходим экологический подход к любому виду деятельности человека. Без здоровой экологии не может быть здоровой экономики, нормальной жизни и труда человека.

Для сохранения жизненно важных качеств биосферы, предотвращения прогрессирующего загрязнения окружающей природной среды необходимо перестроить характер всей хозяйственной деятельности человека, перевести агро- и промышленное производство на новую ступень научно-технического прогресса, отличительной чертой которого должно стать внедрение безотходных или малоотходных технологий (обеспечивающих защиту окружающей среды от техногенных воздействий, облегчающих утилизацию и обезвреживание твердых отходов, очистку сточных вод и воздушных выбросов), получение биологически чистой продукции, максимальное ресурсосбережение, овладение чистыми видами и источниками энергии, строгое нормирование химических, технических, микробиологических и других средств производства в пределах потенциала самовосстановительных способностей природных систем.

Достижения научно-технического прогресса позволяют эффективно развивать ресурсосберегающее производство, причем по многим направлениям:

- повышение качества ресурсоемкой продукции увеличивает срок ее службы, а следовательно, сокращает общую потребность в природном сырье;

- новые технологии обеспечивают снижение потерь при добыче и переработке сырья;

- важнейшее значение имеют углубление перера-

ботки и повышение комплексности использования природных ресурсов;

— использование различных заменителей традиционной ресурсоемкой продукции дает возможность добиться значительной экономии черных и цветных металлов во многих отраслях промышленности;

— огромные возможности заключены в использовании вторичных ресурсов — отходов производства и потребления (прежде всего в рециклинге металлов, пластмасс, дерева, макулатуры, стекла, различных химических продуктов, смазочных масел) и их утилизации.

Внедрение экологически безопасного малоотходного ресурсосберегающего производства экономически эффективно, рентабельно и социально значимо, так как позволяет устранить основные источники загрязнений окружающей природной среды, ослабить нагрузку на природные системы и одновременно повышает результативность общественного производства.

ЛИТЕРАТУРА

Абдуллаев З. Экологические отношения и экологическое сознание. Ташкент: Фан, 1990.

Акрамов З. М. Рафиков А. А. Прошлое, настоящее и будущее Аральского моря. Ташкент: Меҳнат, 1990.

Бедяев В. В., Егоров Ю. А., Казаков С. В. Охрана окружающей среды при эксплуатации АЭС. М.: Энергоатомиздат, 1990.

Баландин Р. К., Бондаев Л. Г. Природа и цивилизация. М.: Мысль, 1988.

Барабой В. А., Димант И. Н. Социально-биологические и экономические проблемы человека. Ташкент: Медицина, 1989.

Безотходная технология в промышленности / Б. Н. Ласкорин, Б. В. Громов, А. П. Цыганков, В. Н. Сенин. М.: Стройиздат, 1986.

Безуглая Э. Ю., Расторгуева Г. П., Смирнова И. В. Чем дышит промышленный город. Л.: Гидрометеониздат, 1990.

Беличенко Ю. П., Швецов М. М. Рациональное использование и охрана водных ресурсов. М.: Россельхозиздат, 1986.

Берковский Б. М., Кузьминов В. А. Возобновляемые источники энергии на службе человека. М.: Наука, 1987.

Воронков Н. А. Роль лесов в охране вод. Л.: Гидрометеониздат, 1988.

Воронцов А. И., Шетинский Е. А., Никодимов И. Д. Охрана природы. М.: Агропромиздат, 1989.

Геотермальное теплоснабжение / А. Г. Гаджиев и др. М.: Энергоатомиздат, 1984.

Гиренок Ф. И. Экология, цивилизация, ноосфера. М.: Наука, 1987.

Глобальная экологическая проблема. М.: Мысль, 1988.

Дворов И. М., Дворов В. И. Освоение внутриземного тепла. М.: Наука, 1984.

Дегтярев В. В. Охрана окружающей среды. М.: Транспорт, 1989.

Добровольский Г. В., Никитин Е. Д. Функции почв в биосфере и экосистемах: Экол. значение почв. М.: Наука, 1990.

Израэль Ю. А. Экология и контроль природной среды. М.: Гидрометеониздат, 1984.

Израэль Ю. А., Цыбань А. В. Антропогенная экология океана. Л.: Гидрометеониздат, 1989.

Клауснитцер Б. Экология городской фауны / Пер. с нем. М.: Мир, 1990.

Коровин Г. Н., Андреев Н. А. Авиационная охрана лесов. М.: Агропромиздат, 1988.

Котова Л. И., Рыжков Л. П., Полина А. В. Биологический контроль качества вод. М.: Наука, 1989.

Мельников Н. И., Волков А. И., Короткова О. А. Пестициды и окружающая среда. М.: Химия, 1977.

Миланова Е. В., Рябчиков А. И. Использование природных ресурсов и охрана природы. М.: Высшая школа, 1986.

Мирошников Л. Д. Человек в мире геологических стихий. Л.: Недра, 1989.

Моисеев Н. Н. Человек и ноосфера. М.: Молодая гвардия, 1990.

Проблемы качества городской среды. М.: Наука, 1989.

Олдак П. Г. Колокол тревоги: Пределы бесконтрольности и судьбы цивилизации. М.: Политиздат, 1990.

Они должны жить: Насекомые и ракообразные. М.: Агропромиздат, 1989.

Ошмарин П. Г., Пикунов Д. Г. Следы в природе. М.: Наука, 1990.

Певзнер М. Е., Костовецкий В. П. Экология горного производства. М.: Недра, 1990.

Посохин М. В. Архитектура окружающей среды. М.: Стройиздат, 1989.

Ресурсосберегающие системы обработки почвы. М.: Агропромиздат, 1990.

Сальников С. Е., Губанов М. Н., Масленникова В. В. Комплексные карты охраны природы: Содержание и принципы разработки. М.: Изд-во МГУ, 1990.

Самойлов О. Б., Усынин Г. Б., Бахметьев А. М. Безопасность ядерных энергетических установок. М.: Энергоатомиздат, 1989.

Сидоренко Г. И., Можаяев А. Е. Санитарное состояние окружающей среды и здоровье населения. М.: Медицина, 1987.

Соколов А. А. Вода: проблемы на рубеже XXI века. Л.: Гидрометеониздат, 1986.

Стадницкий Г. В., Родионов А. И. Экология. М.: Высшая школа, 1988.

Шейнин Л. Б. Капитальное строительство и охрана окружающей среды. М.: Стройиздат, 1989.

Шикломанов И. А. Влияние хозяйственной деятельности на речной сток. Л.: Гидрометеониздат, 1989.

Экологические проблемы энергетики. Новосибирск: Наука, 1989.

Экологическая биотехнология / Под ред. К. Ф. Форстера, Д. А. Дж. Вейза; Пер. с англ. Л.: Химия, 1990.

Эттенборо Д. Живая планета. Портрет Земли / Пер. с англ. М.: Мир, 1988.

Эффективность природоохранных мероприятий / Под ред. Т. С. Хачатурова, К. В. Папенова. М.: Изд-во МГУ, 1990.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
Глава 1. Экология и научные основы охраны природы	17
Биосфера и процессы, происходящие в ней	25
Круговорот веществ в природе	28
Влияние хозяйственной деятельности на природу и человека	43
Охрана природы в Узбекистане и других странах Со- дружества	53
Международное сотрудничество в области охраны природы	64
Глава 2. Охрана атмосферного воздуха	66
Состав атмосферного воздуха	70
Загрязнение и самоочищение атмосферы	78
Выхлопы автотранспорта и мероприятия по борьбе с ними	87
Охрана атмосферного воздуха	120
Очистка промышленных выбросов в атмосферу	129
Безотходные и малоотходные производства	133
Мониторинг атмосферного воздуха	138
Глава 3. Климат и человек	141
Климатообразующие факторы	142
Парниковый эффект	148
Разрушение озонового слоя	152
Кислотные дожди	161
Деятельность человека и климат	166
Климат и здоровье	170
Глава 4. Охрана земель	174
Мелиорация земель и охрана природы	180
Эрозия почв и борьба с ней	184
О Законе о земле и охране почв	192
Глава 5. Окружающая среда и химизация сельского хозяйства	200
Минеральные удобрения и окружающая среда	200
Пестициды и природная среда	208
Возможности по уменьшению вредного влияния пести- цидов	213
Биологическая защита растений	218
Глава 6. Охрана недр	227
Добыча полезных ископаемых и природная среда	228
Землетрясения, оползни и сели	232

Охрана недр	240
Рекультивация земель	249
Литомониторинг	254
Глава 7. Охрана водных ресурсов	259
Подземные воды и их охрана	264
Загрязнение и самоочищение водоемов	275
Экологические проблемы Арала, Балхаша, Иссык-Куля	284
Основы водного законодательства и охрана водоемов	300
✓ Очистка сточных вод	319
Бессточное производство	327
Контроль за чистотой водоемов	331
Глава 8. Охрана морей и океанов	335
Загрязнение и самоочищение морей и океанов	336
Экологические проблемы Каспийского, Азовского и Черного морей	342
Охрана морей и океанов	354
Глава 9. Охрана растительного и животного мира	362
Лесные ресурсы	363
Охрана лесных ресурсов	375
Животный мир и его место в биосфере	384
Животный мир и цивилизация	402
Законодательные акты об охране животного мира	407
Глава 10. Энергетика и природа	415
Теплоэнергетика	419
Ядерная энергетика	436
Гидроэнергетика	454
Возобновляемые источники энергии	458
Глава 11. Урбанизация	473
Урбанизация и здоровье населения	476
Планировочная организация города	479
Функциональное зонирование территории города	488
Подземное пространство города	503
— Зеленые насаждения	510
Зеленые зоны	515
Удаление твердых бытовых отходов	523
✓ Удаление твердых промышленных отходов	531
Глава 12. Физические факторы среды обитания человека	533
Основные понятия о шуме	533
Источники шума	536
Влияние шума на организм человека	542
Мероприятия по улучшению акустического режима	545
Инфразвук и вибрация как факторы окружающей среды	558
Электромагнитное поле	551
Литература	580

Учебное издание

РУСТАМ УМИРОВИЧ БЕКНАЗОВ,
ЮРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ НОВИКОВ

ОХРАНА ПРИРОДЫ

Ташкент «Ўқитувчи» 1995

Просмотрено специальной комиссией
Министерства народного образования
Республики Узбекистан

Редакторы А. Д. Рапопорт, Н. Г. Плотникова
Художественный редактор С. Гиленко
Технический редактор Т. Г. Золотилова

ИБ № 6341

Сдано в набор 18.10.93. Подписано в печать 03.07.95. Формат
84×108¹/₁₆. Литературная гарнитура. Печать высокая. Усл. п. л. 30,66.
Усл. кр.-отт. 31,08. Изд. л. 32,0. Тираж 3000. Зак. № 69.

Издательство «Ўқитувчи». 700129. Ташкент, ул. Навои, 30. Договор
06—76—93.

Янгйюльская арендная книжная фабрика Госкомпечати Республики
Узбекистан. Янгйюль, ул. Самаркандская, 44. 1995.