

**О. В. КОЛОКОЛОВ  
Н. П. ХОМЕНКО**

# **Охрана ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности «Технология и комплексная механизация подземной разработки месторождений полезных ископаемых»

КИЕВ — ДОНЕЦК  
ГОЛОВНОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО  
ИЗДАТЕЛЬСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ  
«ВИЩА ШКОЛА»  
1986

33.1я73

К61

УДК (634.0.624 : 622.3.3) (0.75.8)

**Охрана окружающей среды при подземной разработке месторождений полезных ископаемых / О. В. Колоколов, Н. П. Хоменко. — К.; Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1986. — 232 с.**

В учебном пособии рассмотрены основные положения законодательства СССР об охране природы, научные основы охраны атмосферы, гидросферы, недр, земель, флоры и фауны, влияние на природу подземной разработки месторождений полезных ископаемых и геотехнологических способов их добычи, современные способы охраны окружающей среды от неблагоприятного влияния горных разработок, природоохранные мероприятия, разрабатываемые в проектах горных предприятий и осуществляемые при их строительстве и эксплуатации.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Технология и комплексная механизация подземной разработки месторождений полезных ископаемых». Может быть использовано студентами других специальностей горных вузов и факультетов, а также инженерно-техническими работниками предприятий горнодобывающих отраслей промышленности.

Табл. 34. Ил. 51. Библиогр.: 32 назв.

Рецензенты: кафедра охраны труда Коммунарского горно-металлургического института (заведующий кафедрой доцент Б. А. Будзило), доктор технических наук, профессор Донецкого политехнического института К. Ф. Сапицкий

Редакция учебной и научной общетехнической литературы при Донецком государственном университете  
Зав. редакцией *М. Х. Тахтаров*

1603000000—319  
К  $\frac{\quad}{M211(04)—86}$  БЗ—41—8—85

© Издательское объединение  
«Вища школа», 1986

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Коренным вопросом экономической стратегии партии является кардинальное ускорение научно-технического прогресса, осуществление новой технической реконструкции народного хозяйства, обновление материально-технической базы общества. Поставлена историческая задача — превратить экономику СССР в самую совершенную и мощную в мире. В Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года намечены конкретные плановые задания по ускорению социально-экономического развития страны, интенсификации и повышению эффективности производства на базе научно-технического прогресса.

Для реализации долгосрочной программы экономического и социального развития СССР необходимы не только самоотверженный труд миллионов советских людей, но и бережное, разумное отношение к природным богатствам как ценнейшему общенародному достоянию.

В нашей стране успешно развивается горнодобывающая промышленность. С каждым годом растет добыча топлива, рудных и нерудных полезных ископаемых. На шахты и рудники поступает высокопроизводительная техника, улучшаются условия труда шахтеров. Однако работа предприятий горнодобывающей промышленности остается пока в числе факторов отрицательного воздействия хозяйственной деятельности человека на природную среду.

Разработка месторождений полезных ископаемых должна сочетаться с действенными мерами по охране природы. В СССР строительство и эксплуатация предприятий горнодобывающей

промышленности осуществляются с учетом законов и нормативных документов об охране природы.

Проекты строительства новых предприятий содержат мероприятия по охране окружающей среды, предусматривают необходимые затраты на их осуществление. На действующих предприятиях выполнение работ по охране окружающей среды предусмотрено Правилами технической эксплуатации.

При ведении горных работ как подземным, так и открытым способом происходит изменение природных ландшафтов, плодородные участки земель занимают под отвалы пустой породы — источники пыли и загрязнения воздуха вредными газами; в результате подработки происходит обезвоживание земель, а в пойменных участках — их заболачивание; большие площади земель на многие годы выводятся из сельскохозяйственного оборота и не могут быть использованы в строительстве и в других целях; ухудшаются плодородие почвы, имеет место гибель лесов; воды рек и других водоемов загрязняются минерализованными шахтными водами. Поэтому в учебном плане подготовки горных инженеров предусмотрено изучение дисциплины «Охрана окружающей среды».

Целью изучения дисциплины «Охрана окружающей среды» является усвоение студентами специальности «Технология и комплексная механизация подземной разработки месторождений полезных ископаемых» современных научных основ и способов исключения или ограничения неблагоприятного влияния разработки месторождений полезных ископаемых на природную среду.

При изучении дисциплины «Охрана окружающей среды» основными задачами являются: выяснение сущности проблемы охраны окружающей среды и необходимости ее решения; ознакомление с основными положениями законодательства об охране природы в СССР; изучение научных основ и эффективных способов охраны окружающей среды от неблагоприятного влияния горных работ; разработка природоохранных мероприятий, которые включаются в проекты

горных предприятий и осуществляются при их строительстве и эксплуатации.

Дисциплина «Охрана окружающей среды» непосредственно связана с профилирующими технологическими дисциплинами «Процессы подземных горных работ», «Технология подземной разработки месторождений полезных ископаемых», «Проектирование шахт» и др.

В соответствии с программой в дипломных проектах студенты должны разрабатывать конкретные природоохранные мероприятия, соответствующие принятым техническим решениям по вскрытию, подготовке и разработке шахтного поля.

Горные инженеры должны хорошо знать научные основы и эффективные способы охраны и ограничения разрушений окружающей среды и использовать эти знания в своей деятельности, связанной с подземной разработкой месторождений полезных ископаемых.

По вопросам охраны окружающей среды при подземной разработке месторождений полезных ископаемых имеется большое число разрозненных литературных источников, а учебники и учебные пособия отсутствуют, что затрудняет изучение дисциплины «Охрана окружающей среды» студентами горных вузов и факультетов. В связи с этим возникла необходимость в издании данного учебного пособия.

Учебное пособие написано по рабочей программе для студентов специальности «Технология и комплексная механизация подземной разработки месторождений полезных ископаемых», разработанной в Днепропетровском горном институте. Эта программа соответствует утвержденной Учебно-методическим управлением по высшему образованию Минвуза СССР 29 апреля 1983 г. типовой программе «Охрана окружающей среды» для студентов геологоразведочных и горных специальностей высших учебных заведений (индекс УМУ-Т-2/533). Содержание разделов типовой программы («Введение», «Антропогенный фактор в природе», «Правовые и организационные вопросы охраны природы», «Проблемы энергетики в связи с охраной природной среды», «Охрана воздушной среды», «Охрана

водной среды», «Охрана земной поверхности», «Охрана и рациональное использование недр») полностью отражено в данном учебном пособии применительно к технологии подземной разработки месторождений полезных ископаемых.

По учебному плану студенты специальности 0202 изучают технологию не только подземной, но и открытой разработки месторождений полезных ископаемых. Поэтому в четвертой главе кратко описаны основные вопросы охраны окружающей среды при открытой разработке месторождений полезных ископаемых: неблагоприятное влияние открытых горных разработок на окружающую среду; способы ограничения такого влияния; рекультивация земель; примеры восстановления и благоустройства территорий, нарушенных при ведении открытых горных работ.

Учебное пособие кроме студентов указанной специальности может быть использовано студентами других специальностей горных вузов и факультетов, а также инженерно-техническими работниками предприятий горнодобывающих отраслей.

Отзывы о книге просим присылать по адресу: 252054, Киев-54, Гоголевская, 7, Головное издательство издательского объединения «Вища школа».

## Раздел первый

### ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

#### Глава 1. ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

##### § 1. Характеристика и основные аспекты проблемы охраны окружающей среды

В Уставе Международного союза охраны природы и природных ресурсов (МСОП) сказано: «Под охраной природы и природных ресурсов понимается сохранение органического мира, естественной среды, в которой живет человек, а также возобновимых природных ресурсов Земли — основного условия всякой цивилизации». «Охрана природы представляет собой систему естественно-научных, технико-производственных, экономических и административно-правовых мероприятий, осуществляемых в пределах данного государства или его части, а также в международном масштабе и направленных на сохранение и контролируемое изменение природы в интересах развивающегося человечества, на поддержание и увеличение ее продуктивности, обеспечение рационального использования (включая восстановление) природных ресурсов и окружающей среды. Охрана природы имеет важное историческое и социальное значение, составляя в СССР часть всей программы развития народного хозяйства» [20, с. 39].

В эпоху научно-технического прогресса масштабы и темпы развития производства непрерывно возрастают. Но, к сожалению, вместе с колоссальными современными научно-техническими достижениями появилась опасность разрушения природной среды — колыбели жизни человечества. Сейчас современный человек во много раз более вооружен орудиями и средствами разрушения природной среды, чем средствами ее защиты. Хозяйственная деятельность человека, использующего природные ресурсы, во многих случаях приводит к нарушению (в большей или меньшей мере) установившегося (или устанавливающегося) в природе биологического равновесия. Возрастающее извлечение из недр сырья и одновременное нарушение при этом, например, почвенного покрова — объективный процесс, как объективен и современный научно-технический прогресс. Вместе с тем «человек разумный» теперь, как никогда рань-

ше, в силах значительно уменьшить и неблагоприятное воздействие своей хозяйственной деятельности на жизне-творение природной среды. Задача эта многогранная, сложная и важнейшая. Выполнение ее будет тем более успешным, если во всем мире прекратится гонка вооружений, а высвободившиеся средства будут использованы на дальнейшее развитие науки и образования, изыскание новых и совершенствование природоохранительных мер.

Негативное влияние хозяйственной деятельности на природную (окружающую) среду глубокими корнями уходит в историю человечества. В «Диалектике природы» Ф. Энгельс отметил, что «людям, которые в Месопотамии, Греции, Малой Азии и в других местах выкорчевывали леса, чтобы получить таким путем пахотную землю, и не снилось, что они этим положили начало нынешнему запустению этих стран...» [1, с. 496].

Если в докапиталистических формациях хозяйственная деятельность человека была все же значительно ограничена силами природы, то с установлением капитализма его научно-технические достижения стали максимально использоваться «против природы», целенаправленно, для получения прибылей и сверхприбылей. Соединение нещадной эксплуатации трудящихся с хищническими методами использования природных ресурсов стало одним из главных факторов капиталистического производства. В. И. Ленин в «Развитии капитализма в России» отмечал, что капитализм, создавая крупное производство, конкуренцию, в то же время сопровождает свою деятельность расхищением производительных сил земли [см.: 3, с. 529].

На протяжении всей истории развития капиталистического способа производства усиливалось его негативное воздействие на природную среду. И современное капиталистическое общество с громадным научным и техническим потенциалом, используемым преимущественно для усиления милитаризации, эксплуатации трудящихся, углубляет противоречие «человек — природа», переводя его в антагонистическое. Антагонизм между человеком и природной средой проистекает из внутреннего содержания капиталистического способа производства и присущ этому способу производства.

СССР и другие страны социалистического содружества, проводя миролюбивую внешнюю политику, отстаивая право человечества на существование без войн, возвели в ранг государственной политики охрану природной (окружающей) среды, что является характерной чертой социалистического общества. Охрана природы, проведение при-



родоохранительных мероприятий в социалистических странах тесно увязываются с перспективами экономического развития, наращиванием темпов развития всех отраслей народного хозяйства, с заботой о дальнейшем повышении материального и культурного уровня жизни трудящихся. Возникающие еще и имеющие место в социалистических странах случаи нарушения биологического равновесия в природе не присущи социалистическому способу производства, не проистекают из его внутренней сущности, они временны, не характеризуются как катастрофические. Появляются такие случаи не вследствие преднамеренных действий в социалистическом хозяйствовании, а в основном вследствие различного рода упущений в разработках технологий, проектировании и проведении природоохранительных мероприятий.

Для социалистических государств характерна стабильность природоохранительной деятельности, развитие и совершенствование ее во всех аспектах, достижение весомых результатов.

При рассмотрении проблемы охраны природы выделяют ее многочисленные взаимосвязанные аспекты. Академик П. Л. Капица выделяет три из них: технико-экономический, связанный с истощением природных ресурсов земного шара; экологический, обусловленный загрязнением окружающей среды и нарушением биологического равновесия в системе «человек — живая природа»; социально-политический, который имеет определяющее значение, так как проблема может быть решена усилиями всего человечества [см.: 12, с. 422].

При достигнутом уровне развития науки, техники и производительных сил общества любая проблема жизни и деятельности людей потенциально разрешима. Необходимость решения проблемы охраны природы диктуется прежде всего экономическими требованиями, так как разрушение и загрязнение окружающей человека среды наносит все возрастающий ущерб всем отраслям общественного производства материальных благ, а также здоровью людей.

Успехи наиболее развитых капиталистических стран в научно-технической области, а также относительно высокий (в среднем) уровень производства и потребления в некоторых из них достигнут не только за счет бесчеловечной эксплуатации трудящихся, но и в результате варварского, хищнического уничтожения природных богатств. Это подтверждается тем, что именно в этих странах (США, Японии, ФРГ и др.) наблюдается острый экологический кризис: загрязнение воздуха, воды и почвы; острый недоста-

ток чистой пресной воды, а в больших городах — и кислорода; недостаток продуктов питания из-за перенаселенности территорий и эрозии почв; истощение минеральных ресурсов и нехватка энергии; нарушение биологического и климатического равновесия в природе. Для компенсации нанесенного уже ущерба природе потребуются колоссальные средства и усилия нескольких поколений.

Проблема охраны природы является острой социально-политической проблемой, так как возможности ее решения определяются не научно-техническими, а социальными факторами.

Возможность решения проблемы охраны природы в СССР и странах социализма обеспечивается сущностью их общественного строя — отсутствием частной собственности на природные ресурсы, средства производства и отсутствием эксплуататоров, извлекающих прибыли за счет трудящихся и за счет расхищения природных богатств. Государственная (общенародная) собственность на землю, леса и другие природные объекты позволяет осуществлять научно обоснованное, плановое и комплексное использование природных ресурсов путем правильного размещения и развития отраслей народного хозяйства с учетом охраны окружающей среды.

## § 2. Задачи в области охраны окружающей среды

Необходимость охраны окружающей среды в целом и природы как важнейшей составной части и бережного отношения к природным ресурсам определяется сущностью социалистического общественного строя, при котором во всех звеньях планирования и руководства хозяйством усилия направлены на наиболее рациональное и эффективное использование материальных, трудовых и финансовых ресурсов, природных богатств и устранение излишних издержек и потерь для достижения в интересах общества наибольших результатов при наименьших затратах. Конституционная обязанность граждан СССР (ст. 18) — беречь природу, охранять ее богатства. Задачи в области охраны природы сформулированы в решениях съездов партии, в постановлениях ЦК КПСС и Совета Министров СССР.

В Программе КПСС отмечается, что в улучшении жизни народа все большее значение приобретает гармоничное взаимодействие человека и природы, человека и окружающей среды. Поэтому научно-технический прогресс в нашей стране нацелен на радикальное улучшение использования природных ресурсов, сырья, материалов, топлива и энер-

гии на всех стадиях — от добычи и комплексной переработки сырья до выпуска и использования конечной продукции. Ресурсосбережение становится важнейшим источником в удовлетворении прироста потребностей народного хозяйства в топливе, энергии, разнообразном сырье и материалах.

Для реализации программных целей КПСС в Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года в числе мер по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов особое внимание уделено ускоренному переходу к малоотходным и безотходным технологическим процессам, исключая или существенно уменьшающим вредное воздействие на окружающую среду.

В горнодобывающей промышленности внедрение таких технологий — дело очень нелегкое, но проблему эту необходимо решать, и решать основательно. Для осуществления природоохранных мероприятий выделяются большие средства. Только в 1986 г. на эти цели намечено направить 2,5 млрд. руб. государственных капитальных вложений. Использовать средства с максимальной отдачей — не менее трудная задача, и выполнить ее можно, только в полной мере используя достижения научно-технического прогресса и возможности человеческого фактора.

Для улучшения дела охраны природы в нашей стране расширяется сеть научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, создан Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт охраны окружающей природной среды в угольной промышленности (ВНИИОСуголь) и др., расширяется подготовка специалистов по охране природы в высших учебных заведениях.

В области охраны и рационального использования водных ресурсов уже выполнен комплекс водосберегающих и охранных мероприятий. Потребности промышленных предприятий в водных ресурсах будут удовлетворяться в основном путем увеличения мощностей систем повторного использования воды, разработки и внедрения замкнутых систем водоиспользования. Ускорено строительство очистных сооружений в бассейнах рек, впадающих в Черное, Азовское, Балтийское и Каспийское моря. Значительно уменьшен сброс неочищенных сточных вод. Увеличился объем работ по рекультивации нарушенных земель, что позволило вернуть для нужд сельского, лесного и рыбного хозяйств сотни тысяч гектаров таких земель. В целом на реализацию комплекса мероприятий по охране окружающей среды

(природы) в одиннадцатой пятилетке затрачено более 10 млрд. руб.

Проблема охраны окружающей среды (природы) является глобальной проблемой, и для ее решения необходимы совместные усилия всех стран мира. В связи с этим создаются и функционируют органы международного сотрудничества в области охраны природы, к числу которых относятся: центральные и специализированные учреждения ООН, в первую очередь Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП); межправительственные региональные и субрегиональные программы сотрудничества (например, общеевропейское сотрудничество, сотрудничество на базе региональных экономических комиссий ООН); межгосударственные многосторонние соглашения (например, по Балтийскому, Средиземному, Северному морям, Дунаю и Рейну); двусторонние межправительственные соглашения; международные неправительственные организации (например, Международный союз охраны природы и природных ресурсов, Международный совет научных союзов и др.); сотрудничество на двусторонней и многосторонней основе неправительственного характера (сотрудничество национальных научных и учебных учреждений, отдельных ученых, связи хозяйственных организаций). Программа ЮНЕП охватывает следующие аспекты экологической проблемы: населенные пункты и жизненная среда; здоровье человека и санитария окружающей среды; сухопутные экосистемы, управление ими и контроль над ними; окружающая среда и экономическое развитие; океаны и энергия; стихийное бедствие. Кроме того, ЮНЕП создает «Глобальную систему мониторинга за состоянием окружающей среды», «Международную справочную систему для источников информации по окружающей среде», «Международный регистр потенциально токсичных химических веществ».

По рекомендации ООН с 1974 г. ежегодно 5 июня проводится Всемирный день охраны окружающей среды.

К неправительственным организациям, занимающимся проблемами охраны природной среды, относятся Международный союз охраны природы и природных ресурсов, который ведает вопросами охраны природы (охраной растительного и животного мира, организацией заповедников, сохранением редких и исчезающих видов растений и животных, памятников и достопримечательностей природы), и Международный совет научных союзов, который организует научные исследования по проблемам охраны окружающей среды.

Страны — члены СЭВ добились значительных успехов

в изучении научных и технических аспектов проблемы улучшения качества окружающей среды. Разработаны и унифицированы методы определения и анализа загрязняющих атмосферу веществ, созданы приборы для их выявления и контроля, составлены рекомендации по устранению отдельных видов загрязнения. Завершены работы по совместному исследованию таких проблем: состояние здоровья и гигиенический контроль населения в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха (координатор — ГДР); влияние выбросов металлургического завода на условия жизни населения (координатор — ПНР); загрязнение атмосферного воздуха современных городов канцерогенными углеводородами и сопутствующими химическими агентами в зависимости от вида промышленности (координатор — ВНР); оценка загрязнения воздуха городов выхлопными газами двигателей транспортных средств и обоснование соответствующих оздоровительных мероприятий (координатор — СССР).

Крупным шагом в развитии сотрудничества социалистических стран явилось принятие Комитетом по научно-техническому сотрудничеству СЭВ общей программы в области охраны и улучшения окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Она охватывает наиболее существенные аспекты проблемы: социально-экономические, организационно-правовые, гигиенические, педагогические; охрану экосистем (биогеоценозов) и ландшафтов; защиту атмосферы от загрязнения вредными веществами; метеорологические аспекты загрязнения атмосферы; борьбу с шумом и вибрацией; охрану вод от загрязнения; обезвреживание и утилизацию бытовых, промышленных, сельскохозяйственных и других отходов, обеспечение радиационной безопасности; разработку основных направлений планировки городов, пригородных зон, систем расселения с учетом охраны и улучшения окружающей среды; охрану недр и рациональное использование природных ресурсов.

Научные исследования служат основой для разработки прикладного характера. Уже завершено более 1200 научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, из которых 400 внедрены в экономику стран — членов СЭВ. Около 200 исследований проведено по разработке аппаратуры, приборов, установок и оборудования для очистных сооружений. Более 200 завершенных работ касаются создания новых или усовершенствования существующих технологических процессов.

## Контрольные вопросы

1. Что понимается под охраной окружающей среды?
2. В чем заключается сущность проблемы окружающей среды?
3. Чем вызвана необходимость решения проблемы охраны окружающей среды?
4. Что такое кризис окружающей среды?
5. Охарактеризуйте научно-технический, экономический и социально-политический аспекты проблемы охраны окружающей среды.
6. В чем различие в подходе к охране природы в СССР и в капиталистических странах?
7. Сформулируйте задачи в области охраны природы на основе Программы КПСС и решений съездов партии.
8. Каковы значение и формы международного сотрудничества в решении проблемы охраны природы?
9. Что изучается в дисциплине «Охрана окружающей среды»?
10. Назовите цель изучения и составные части дисциплины «Охрана окружающей среды».
11. Какое значение имеет изучение дисциплины «Охрана окружающей среды» для будущих горных инженеров?

## Глава 2. ОСНОВЫ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА СССР ОБ ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

### § 1. Общие сведения

Необходимость охраны природы была осознана людьми еще в глубокой древности. В трудах К. Маркса, Ф. Энгельса и В. И. Ленина научно обоснован принципиально новый подход к решению проблемы охраны природы с учетом интересов всех членов общества, наций и человечества в целом. К. Маркс писал: «Целое общество, нация и даже все одновременно существующие общества, взятые вместе, не есть собственники земли. Они лишь ее владельцы, пользующиеся ею, и, как *boni patres familias*\*, они должны оставить ее улучшенной последующим поколениям» [2, с. 337].

Важнейшие законодательные акты по охране природы были приняты сразу после Великой Октябрьской социалистической революции. Декретом «О земле» (8 ноября 1917 г.) и постановлением ВЦИК «Основной закон о социализации земли» (27 января 1918 г.) была отменена частная собственность на землю. Конституция РСФСР 1918 г. объявила землю, недра и другие богатства природы государственной собственностью. В мае 1918 г. В. И. Ленин и Я. М. Свердлов подписали «Основной закон о лесах», а через год В. И. Лениным было подписано постановление СНК «О сроках охоты и о праве на охотничье оружие».

\* — добрые отцы семейств.

В 1921 г. был принят декрет «Об охране рыбных и звериных угодий в Северном Ледовитом океане и Белом море», подписаны декреты о восстановлении и охране лесов Крыма, об охране памятников природы, садов и парков и другие документы по охране природы. По подписанным В. И. Лениным декретам были созданы Астраханский заповедник в дельте Волги, Байкальский и Крымский заповедники. В первые годы Советской власти, при жизни В. И. Ленина, было издано 234 декрета по охране природы. В этих документах были сформулированы и законодательно закреплены основы нового, бережливого отношения к природе, разумного использования ее богатств без нанесения ущерба природной среде. В последующие годы законодательство по охране природы в нашей стране развивалось и совершенствовалось. Необходимость охраны природы нашей страны законодательно закреплена в Основном Законе — Конституции СССР (1977 г.) В статье 18 говорится: «В интересах настоящего и будущего поколений в СССР принимаются необходимые меры для охраны и научно обоснованного, рационального использования земли и ее недр, водных ресурсов, растительного и животного мира, для сохранения в чистоте воздуха и воды, обеспечения воспроизводства природных богатств и улучшения окружающей среды».

В СССР охрана природы возведена на уровень глубоко продуманной и обоснованной государственной политики, обеспечивается комплексный подход к охране природных ресурсов и их рациональному использованию. Мероприятия по охране природы являются неотъемлемой составной частью государственных планов экономического и социального развития.

Охрана природы в СССР основана на тщательно разработанной системе законов и нормативных документов, охватывающих все составные части природного комплекса: атмосферный воздух, водные объекты, недра, землю, леса, животный мир и другие природные ресурсы.

## **§ 2. Основные законы и нормативные документы по охране окружающей среды**

По охране основных природных ресурсов (земля, вода, лес, растительный и животный мир, атмосферный воздух, недра) приняты соответствующие законы и нормативные документы: «Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик» (1968 г.), «Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о здравоохра-

нении» (1969 г.), «Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик» (1970 г.), «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов» (1972 г.), «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов» (1972 г.), «Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах» (1975 г.), «Основы лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» (1977 г.), «Закон об охране атмосферного воздуха» (1980 г.), «Закон об охране и использовании животного мира (1980 г.), «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий (1972 г.), «Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт» (1976 г.), «Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок» (1981 г.).

На основе общесоюзных законов об охране природы разработаны и приняты законы об охране природы во всех союзных республиках [см.: 18].

В законах и нормативных документах об охране природы установлены подлежащие охране объекты природы, требования разумного комплексного использования и охраны природных ресурсов, запрещение деятельности, наносящей вред окружающей среде.

*Основы земельного законодательства СССР и союзных республик* предусматривают рациональное использование, сохранение и повышение плодородия земель. В них записано, что земля, служившая в условиях частной собственности орудием эксплуатации человека человеком, используется в СССР для развития производительных сил страны в интересах всего народа. Установлены основные обязанности по охране земель и повышению плодородия почв для землепользователей, которыми являются колхозы, совхозы, промышленные, транспортные и другие государственные, кооперативные, общественные предприятия и учреждения, а также граждане СССР. Специальной охране подлежат орошаемые и осушенные земли.

Организации, добывающие полезные ископаемые подземным или открытым способом, проводящие строительство на предоставленных им во временное пользование сельскохозяйственных или лесных угодьях, должны приводить эти земельные участки в состояние, пригодное для использования в сельском, лесном или рыбном хозяйстве. Промышленным и строительным предприятиям и учреждениям предписано не допускать загрязнения сельскохозяйственных и других земель отходами производства и сточными водами.



Для строительства промышленных предприятий, жилых объектов, железных и автомобильных дорог, линий электропередач, магистральных трубопроводов, а также для иных нужд предоставляются земли, непригодные для сельского хозяйства. Земли курортов подлежат особой охране. На всех курортах устанавливаются округа санитарной охраны. Запрещается выделять земельные участки в пользование предприятиям, деятельность которых несовместима с охраной природных, лечебных свойств и благоприятных условий для отдыха людей. На землях заповедников не допускается деятельность, нарушающая их природные комплексы или природные объекты, имеющие научную или культурную ценность. К таким объектам отнесены типичные или редкие ландшафты, сообщества и виды растений и животных, редкие геологические образования. Основами земельного законодательства и земельными кодексами союзных республик определено, что государственный контроль за использованием земель осуществляется Советами народных депутатов, их исполкомами и распорядительными органами, а также специальными государственными органами.

*В Основах законодательства Союза ССР и союзных республик о здравоохранении* отмечено, что охрана здоровья народа — одна из важнейших задач и обязанность всех государственных органов, предприятий, учреждений и организаций. Решение этой задачи связано с необходимостью охраны природы и окружающей человека среды. Определены требования, которым должны удовлетворять условия труда, быта и отдыха населения, и в том числе требования к почвам, воздушному и водному бассейнам.

Регулирование использования и охраны водных ресурсов в нашей стране предусмотрено в *Основах водного законодательства Союза ССР и союзных республик*. Все воды страны составляют единый государственный водный фонд, который включает: реки, озера, водохранилища, другие поверхностные водоемы и источники, а также воды каналов и прудов; подземные воды и ледники; внутренние моря; территориальные воды (территориальное море) СССР. В этом документе содержатся указания по охране вод. Предприятия, организации и учреждения обязываются не допускать загрязнения и засорения поверхности водосборов, ледяного покрова водоемов и ледников производственными, бытовыми и другими отходами. Промышленные предприятия обязаны принимать меры к уменьшению расхода воды и прекращению сброса сточных вод путем совершенствования технологии производства и схем водоснаб-

жения, применения безводных технологических процессов, замены водяного охлаждения воздушным и т. д. В случае неизбежности отходов производства должны создаваться технически совершенные очистные сооружения. В развитие Основ водного законодательства Верховным Советом каждой из союзных республик, в том числе УССР, утвержден Водный кодекс, состоящий из разделов: общие положения; водопользование; охрана вод и предупреждение их вредного воздействия; государственный учет и планирование использования вод; ответственность за нарушение водного законодательства.

Государственный контроль за использованием и охраной вод возложен на Советы народных депутатов, их исполнительные и распорядительные органы. Предусмотрено участие общественных организаций (профсоюзов, обществ охраны природы, научных обществ и др.), а также граждан в проведении мер по рациональному использованию и охране вод.

В постановлении Верховного Совета СССР *«О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов»* указано, что охрана природы и рациональное использование природных ресурсов становится одной из важнейших общегосударственных задач, от решения которой зависит успешное выполнение народнохозяйственных планов, благосостояние нынешних и будущих поколений. Решение этой задачи в социалистическом обществе неразрывно связано с охраной здоровья населения, с обеспечением советским людям необходимых условий для плодотворного труда и отдыха. В постановлении было предложено Совету Министров СССР разработать мероприятия по дальнейшему усилению охраны природы; имелись в виду следующие сферы деятельности: полное и комплексное использование полезных ископаемых и минерального сырья при добыче и переработке; совершенствование планирования, повышение ответственности министерств, ведомств, предприятий и организаций, увеличение выпуска машин, оборудования, приборов и средств автоматизации, выработка градостроительных нормативов, расширение научно-исследовательских работ, улучшение просветительной работы и подготовки высококвалифицированных специалистов, активное участие СССР в подготовке и осуществлении программ международного сотрудничества.

Система государственных мероприятий по охране природы отражена в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР *«Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов»*. Постановлением пла-

новые органы страны обязываются предусматривать в планах развития народного хозяйства не только дифференцированные (поресурсные), но и интегрированные (комплексные) мероприятия по охране природы. Вся полнота ответственности за охрану природы и разумное отношение к ее богатствам постановлением возлагается на тех, кто занимается эксплуатацией естественных ресурсов.

*Основы законодательства СССР и союзных республик о недрах* состоят из одиннадцати разделов. В первом разделе содержатся общие положения и подчеркивается, что недра в СССР составляют государственную собственность, т. е. всенародное достояние. Указывается, что недра предоставляются в пользование для геологического изучения; добычи полезных ископаемых; строительства и эксплуатации подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых; удовлетворения иных государственных и общественных потребностей. Определяются основные права и обязанности пользователей недрами, которые должны обеспечить полноту геологического изучения, рациональное комплексное использование и охрану недр; безопасное для работников и населения ведение работ, связанных с использованием недрами; охрану окружающей природной среды и сохранность заповедников, памятников природы и культуры от вредного влияния работ, связанных с использованием недрами.

Во втором разделе содержатся положения, определяющие требования к геологическому изучению недр, в третьем — требования к проектированию, строительству и вводу в эксплуатацию горнодобывающих предприятий, а также подземных сооружений, не связанных с добычей полезных ископаемых.

Четвертый раздел посвящен порядку разработки месторождений полезных ископаемых, основным требованиям к их разработке и порядку пользования недрами в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых.

В пятом и шестом разделах говорится об обеспечении безопасности работ, связанных с использованием недрами, и об основных требованиях к охране недр. Подчеркивается, что все недра в СССР подлежат охране. Основными требованиями к охране недр являются: обеспечение полного и комплексного геологического изучения недр; наиболее полное извлечение из недр и рациональное использование запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых и содержащихся в них компонентов; недопущение вредного влияния работ, связанных с использованием недрами, на сохранность запасов полезных ископаемых;

охрана полезных ископаемых от затопления, пожаров и других воздействий, снижающих качество и ценность месторождений; предотвращение загрязнения недр при подземном хранении нефти, газа и иных материалов.

Седьмой раздел касается государственного учета запасов и месторождений полезных ископаемых, а также участков недр, представленных в пользование, не связанное с добычей полезных ископаемых.

Восьмой раздел посвящен надзору и контролю за использованием и охраной недр и ведением работ по их геологическому изучению. Отмечается, что государственный надзор и контроль за использованием и охраной недр должен обеспечить устранение возможных вредных влияний при эксплуатации недр на окружающую природную среду.

Остальные разделы касаются ответственности за нарушение законодательства о недрах, разрешения споров по вопросам пользования недрами и международных договоров и соглашений.

В *Основах лесного законодательства Союза ССР и союзных республик* отмечено, что леса в СССР играют большую роль в развитии экономики, улучшении окружающей среды, благоприятно влияют на гидрологический режим рек и других водных объектов, предохраняют почву от ветровой и водной эрозий, имеют иные полезные свойства, используются в оздоровительных целях. Поэтому охрана лесов — общегосударственная задача. Основы состоят из семи разделов, в которых рассмотрены: общие положения; лесопользование; воспроизводство и повышение продуктивности лесов; охрана и защита лесов; государственный учет лесов и государственный лесной кадастр; лесоустройство; ответственность за нарушение лесного законодательства; международные договоры и соглашения;

В *Основах лесного законодательства и лесных кодексах союзных республик* предусматривается, что все леса СССР образуют единый государственный лесной фонд; регламентируется порядок государственного управления и контроля, участие организаций и граждан в осуществлении мер по рациональному использованию, воспроизводству, охране и защите лесов.

Постановлением «*О мерах по дальнейшему улучшению народного здравоохранения*», принятым ЦК КПСС и Советом Министров СССР в 1977 г., министерства и ведомства СССР, советы министров союзных республик обязываются повысить ответственность руководителей промышленных предприятий и строительных организаций за выполнение санитарных правил и мер с целью предупреждения загряз-

нения окружающей среды выбросами твердых, жидких и газообразных соединений, за соблюдение норм интенсивности шума на производстве и в быту.

В 1978 г. ЦК КПСС и Совет Министров СССР приняли постановление *«О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов»*. Осуществление принятых в последние годы решений партии и правительства по этим вопросам позволило улучшить охрану природы и использование природных ресурсов, что в условиях быстрого развития промышленности, транспорта, сельского хозяйства и вовлечения в эксплуатацию все большего объема естественных ресурсов является одной из важнейших экономических и социальных задач Советского государства.

*Закон об охране атмосферного воздуха* направлен на регулирование общественных отношений с целью сохранения в чистоте и улучшения состояния атмосферного воздуха, предотвращения и снижения вредных химических, физических, биологических и иных воздействий на атмосферу, неблагоприятных последствий для населения, растительного и животного мира.

Предприятия, учреждения и организации, деятельность которых связана с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, обязаны проводить организационно-хозяйственные, технические и другие мероприятия для выполнения условий и требований, предусмотренных в разрешениях на выброс, принимать меры по снижению выбросов загрязняющих веществ, обеспечивать бесперебойную эффективную работу и поддержание в исправном состоянии сооружений, оборудования и аппаратуры для очистки выбросов и контроля за ними, а также осуществлять постоянный учет количества и состава загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу.

Мероприятия по охране атмосферного воздуха не должны приводить к загрязнению почв, вод и других природных объектов. В случаях нарушения условий и требований, предусмотренных разрешениями, а также возникновения угрозы здоровью людей выброс загрязняющих веществ в атмосферу должен быть ограничен, приостановлен или запрещен по решению органа, осуществляющего государственный контроль за охраной атмосферного воздуха.

При превышении в результате аварийной ситуации установленных нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу руководители предприятий, учреждений и организаций обязаны немедленно сообщить об этом органам, осуществляющим государственный

контроль за охраной атмосферного воздуха, и принять меры в установленном порядке к охране атмосферного воздуха и ликвидации причин и последствий его загрязнения.

При получении предупреждения о возможном повышении концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в связи с ожидаемыми неблагоприятными метеорологическими условиями предприятия, учреждения и организации обязаны проводить специально разработанные по согласованию с органами, осуществляющими государственное управление за охраной атмосферного воздуха, мероприятия по снижению выбросов таких веществ в атмосферу. Запрещается ввод в эксплуатацию новых и реконструированных предприятий, сооружений и других объектов, не удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к охране атмосферного воздуха.

В целях охраны атмосферного воздуха устанавливаются нормативы предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками загрязнения, а также нормативы предельно допустимых вредных физических воздействий. Они устанавливаются для каждого стационарного источника выбросов или иного вредного воздействия на атмосферный воздух, а также для каждой модели транспортных и иных передвижных средств.

Добыча полезных ископаемых, взрывные работы, размещение и эксплуатация отвалов и свалок должны проводиться с соблюдением правил предотвращения или сокращения загрязнения атмосферного воздуха способами, согласованными с органами, осуществляющими государственное управление за охраной атмосферного воздуха, а также другими органами, в соответствии с законодательством Союза ССР и союзных республик. Размещение в населенных пунктах отвалов, складирование промышленных отходов, производственного и бытового мусора, являющихся источниками загрязнения атмосферного воздуха пылью, вредными газообразными и дурнопахнущими веществами, а также сжигание указанных отходов на территории предприятий, учреждений, организаций и населенных пунктов запрещается, кроме случаев, когда сжигание осуществляется с использованием специальных установок при соблюдении требований по охране атмосферного воздуха. Производственные отходы и бытовой мусор необходимо своевременно вывозить на предприятия, использующие их в качестве сырья, или на свалки.

Животный мир — один из основных компонентов природной среды, важная составная часть природных богатств нашей Родины. Он является источником промышленного,

лекарственного сырья, пищевых продуктов, необходимых для удовлетворения потребностей населения и народного хозяйства. Животный мир используется также в научных, культурно-просветительных и эстетических целях.

Действующий в СССР Закон об охране и использовании животного мира регулирует общественные отношения в области охраны и использования диких животных. Он способствует также воспитанию советских людей в духе хозяйского и гуманного отношения к животному миру.

Советским законодательством устанавливаются правила и нормы по охране и воспроизводству диких животных, меры материального и морального поощрения предприятий, учреждений, организаций, а также граждан, стимулирующие осуществление мероприятий по охране животного мира. При проведении геолого-разведочных работ, добыче полезных ископаемых должны предусматриваться и осуществляться мероприятия по сохранению среды обитания и условий размножения животных, обеспечиваться неприкосновенность территорий, представляющих особую ценность как среды обитания животных. Места строительства предприятий, сооружений и других объектов, влияющих на состояние животного мира вследствие нарушения среды обитания, условий размножения и путей миграции животных, согласовываются со специально уполномоченными государственными и другими органами по охране и регулированию использования животного мира.

В Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий установлены обязательные требования к проектированию, строительству и оборудованию промышленных предприятий, к условиям работы на них, предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочих зон и в атмосферном воздухе населенных пунктов, в воде водоемов промышленного и бытового пользования [см.: 27].

В Правилах технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт имеется специальный раздел — «Охрана окружающей среды», который посвящен охране водных ресурсов, атмосферы и почвы на действующих шахтах [см.: 22].

Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок устанавливают меры охраны и условия выемки угля под сооружением и объектами природы [см.: 23].

Верховными Советами союзных республик в период с 1957 по 1968 г. приняты республиканские законы об охране природы. В соответствии с законами учреждения, предприятия и организации на переданных им в пользование

земельных участках обязаны обеспечивать рациональное использование природных богатств, их сохранение и воспроизводство. Министерства и ведомства при освоении территорий и водных систем должны учитывать интересы смежных отраслей и народного хозяйства в целом, а также разносторонние потребности населения.

Законы об охране природы тесно связаны со всем советским законодательством, и особенно с земельным, водным, лесным, горным, с законами об охране атмосферного воздуха, растительного и животного мира.

Законами предусмотрено проведение различных практических мероприятий, направленных на сбережение, рациональное использование и восстановление природных богатств. Например, в соответствии с законом государственной охране на территории УССР подлежат все природные богатства: и вовлеченные в хозяйственный оборот, и неэксплуатируемые (земля, недра, поверхностные и подземные воды, леса, зеленые насаждения, типичные ландшафты, достопримечательные природные места, курортные зоны, лесопарковые защитные пояса, животный мир, атмосферный воздух).

В СССР создана система природоохранных государственных органов и организаций. Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов» (1978 г.) на Государственный комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды (Госкомгидромет) возложены: ответственность за организацию и деятельность государственной системы наблюдения и контроля за состоянием природной среды; регулирование использования воздушного бассейна городов и промышленных центров и контроль источников его загрязнения; контроль за разработкой и соблюдением норм предельных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу; рассмотрение представляемых министерствами и ведомствами на согласование схем размещения объектов производственного и иного назначения и проектов таких объектов в части соблюдения требований по предотвращению загрязнения атмосферы. Совместно с другими министерствами и ведомствами Госкомгидромет осуществляет контроль за выполнением плановых заданий по охране природы, соблюдением правил охраны окружающей среды от загрязнения, обеспечивает широкое применение малоотходной технологии, безводных технологических процессов, оборотного водоснабжения, других прогрессивных методов защиты окружающей среды от загрязнения.



Непосредственно советам министров союзных республик подчинены государственные комитеты по охране природы, которые созданы с целью сохранения, восстановления и воспроизводства природных ресурсов республик, а также для охраны объектов природы, имеющих научное, культурно-историческое или эстетическое значение. В обязанности госкомитетов по охране природы входит контроль за рациональным использованием природных ресурсов министерствами, ведомствами, предприятиями и природопользователями. Госкомитеты по охране природы образованы в союзных республиках.

Государственные комитеты союзных республик по охране природы имеют межрайонные и районные инспекции, которые проводят работу по выявлению правонарушений (браконьерство, нарушение сроков охоты и рыбной ловли, нерациональное использование природных ресурсов, загрязнение окружающей природной среды и др.) и привлечению виновных к ответственности.

### **§ 3. Надзор за охраной окружающей среды в СССР**

Общегосударственный надзор за соблюдением законодательства об охране природы осуществляют Совет Министров СССР, советы министров союзных и автономных республик, исполкомы местных Советов народных депутатов.

Специальный надзор за соблюдением законодательства об охране природы осуществляют министерства и ведомства СССР и союзных республик и их местные органы, в ведении которых находятся составные части природного комплекса (земельный и лесной фонд, водные ресурсы, недра и др.). Система государственных органов по охране природы в СССР показана на рис. 1.

Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дальнейшем совершенствовании управления агропромышленным комплексом» (ноябрь 1985 г.) образован союзно-республиканский Государственный агропромышленный комитет СССР (Госагропром СССР) на базе Министерства сельского хозяйства СССР, Министерства плодоовощного хозяйства СССР, Министерства мясной и молочной промышленности СССР, Министерства пищевой промышленности СССР, Министерства сельского строительства СССР и Государственного комитета СССР по производственно-техническому обеспечению сельского хозяйства. В соответствии с постановлением Госагропром СССР, госагропромы союзных республик, агропромы автономных республик, краев, областей, районные (окружные) агропромышленные объ-



Рис. 1. Государственные органы по охране окружающей среды в СССР

единения, подведомственные им совхозы, предприятия, организации и учреждения, а также колхозы образуют единую систему Госагропрома СССР. Наряду с предприятиями и организациями Госагропрома СССР в систему агропромышленного комплекса страны входят Министерство хлебопродуктов СССР, Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, Министерство рыбного хозяйства СССР, Государственный комитет СССР по лесному хозяйству, которые планируются и финансируются как единое целое.

Надзор за использованием и охраной земель осуществляют Госагропром СССР, его республиканские и местные органы, а за использованием и охраной государственного лесного фонда — союзно-республиканский Государственный комитет СССР по лесному хозяйству (Гослесхоз СССР). Основная задача Гослесхоза СССР — всемерное развитие лесного хозяйства и повышение продуктивности лесов нашей страны. Гослесхоз обеспечивает выращивание государственных лесных защитных полос и других лесных насаждений, своевременное восстановление лесов государственного значения, охрану лесов от пожаров, самовольных порубок и других лесонарушений, защиту лесов от вредных насекомых и болезней. Надзор за охраной колхозных лесов осуществляет Госагропром СССР.

Контроль использования и охраны вод возложен на союзно-республиканское Министерство мелиорации и водного хозяйства СССР, его республиканские и местные органы (бассейновые инспекции). В состав этого министерства входит Главное управление по охране вод (Главводохрана), которое контролирует: рациональное использование вод, выполнение мероприятий по охране водоемов от загрязнения, засорения и истощения; работу очистных сооружений и сброс сточных вод; соблюдение предприятиями, учреждениями и организациями, судами и другими плавучими средствами, должностными лицами и гражданами водного законодательства; учет водопотребления и водоотведения; выполнение планов строительства водоохраных сооружений, совершенствования методов и технологии очистки сточных вод; состояние и эффективность работы очистных и других водоохраных сооружений и устройств, соблюдение порядка и условий сброса сточных вод. Подземные воды учитываются и охраняются Министерством геологии СССР.

Центральным органом рыбоохраны является Главное управление по охране и воспроизводству рыбных запасов и регулированию рыболовства (Главрыбвод) Министерства рыбного хозяйства СССР. Главрыбвод выполняет следующие функции: охрану запасов рыб, других водных живот-

ных и растений, разработку и осуществление мероприятий по их воспроизводству и регулированию промысла в рыбохозяйственных водоемах страны и в открытых водах; планирование, организацию и проведение работ по увеличению запасов рыб, других водных животных и растений, их искусственному разведению, повышению продуктивности рыбохозяйственных водоемов, надзор за состоянием рыбохозяйственных водоемов, предотвращению их загрязнения, засорения, других видов вредного воздействия на рыбные запасы; обеспечение охраны и воспроизводства рыбных запасов. В состав Главрыбвода входят: бассейновые управления; инспекции рыбоохраны республик, краев и областей; районные инспекции рыбоохраны; морские инспекции. Непосредственные наблюдения за состоянием рыбохозяйственных водоемов и выполнением требований законодательства ведут районные участковые инспекторы, ихтиологи-наблюдатели и другие сотрудники органов рыбоохраны на правах инспекторов.

Охраной недр ведают Государственный комитет СССР по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору (Госгортехнадзор СССР), Министерство геологии СССР. Госгортехнадзор СССР утверждает горные отводы для разработки месторождений полезных ископаемых и осуществляет контроль за правильностью эксплуатации месторождений и добычи полезных ископаемых. Комитет имеет свои органы в республиках, горных округах и районах добычи полезных ископаемых.

К органам надзора за охраной окружающей среды относится Главное санитарно-эпидемиологическое управление Министерства здравоохранения СССР. Этому управлению подчинены санитарно-эпидемиологические станции во всех союзных и автономных республиках, краях, областях, городах и районах. Основная задача государственного санитарного надзора — контроль за проведением санитарно-гигиенических и санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на ликвидацию и предупреждение загрязнения окружающей природной среды (водоемов, почвы, атмосферного воздуха), на оздоровление условий труда, обучения, быта и отдыха людей, предупреждение и снижение заболеваемости. Органы санитарно-эпидемиологической службы осуществляют надзор за проведением мероприятий по предупреждению и ликвидации загрязнения поверхностных и подземных вод, используемых для питья и удовлетворения иных нужд населения, почвы и атмосферного воздуха вредными промышленными выбросами и бытовыми отходами.

Контроль за соблюдением законодательства по охране животного мира, регулирование охоты и охотничьего хозяйства возложены на управления по охране природы, заповедникам, охотничьему хозяйству. Они контролируют работу по заготовкам продукции охотничьего хозяйства, планируют его развитие, размеры добычи промысловых зверей и птиц, осуществляют мероприятия по охране, учету и воспроизводству охотничьего фонда, устройству охотничьих угодий.

В Верховном Совете СССР (Совет Союза и Совет Национальностей) образованы постоянные депутатские комиссии по охране природы. Такие же комиссии созданы и в Верховных Советах союзных республик, а также в местных Советах народных депутатов. Функционирует и Комиссия Президиума Совета Министров СССР по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

При Госплане СССР создан Отдел охраны природы, а при Госкомитете СССР по науке и технике — Межведомственный научно-технический совет по комплексным проблемам охраны окружающей природной среды и рациональному использованию природных ресурсов (МНТС).

Главная задача Отдела охраны природы Госплана СССР — разработка проектов сводных планов охраны природы и рационального использования природных ресурсов, которые являются разделами государственных планов экономического и социального развития нашего общества. В госпланах союзных республик имеются подразделения, занимающиеся вопросами охраны природы и улучшения использования природных ресурсов.

МНТС координирует научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы в области рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды, направляет усилия на решение комплексных проблем охраны природы.

В работе по охране окружающей среды местные Советы народных депутатов опираются на активную помощь и поддержку широкой общественности. Во всех союзных республиках действуют общества охраны природы. Это важная форма привлечения населения к массовой работе по осуществлению природоохранных мероприятий и контроля за соблюдением природоохранного законодательства.

#### § 4. Ответственность за нарушение законов об охране окружающей среды

Советским законодательством предусмотрена ответственность граждан и должностных лиц за нарушение законов об охране природы.

Административная ответственность заключается в наложении на лиц, виновных в нарушении законов об охране природы, денежных штрафов в размере: до 10 руб.— на взрослых граждан и до 50 руб.— на должностных лиц. В случаях необходимости размеры штрафов могут быть увеличены соответственно до 50 руб. и 100 руб. Штрафы налагаются административными комиссиями при исполкомах местных Советов народных депутатов, а также непосредственно соответствующими органами и должностными лицами государственного надзора (инспекторами санитарного, пожарного, водного, рыбного надзора).

Граждане и должностные лица привлекаются к административной ответственности в тех случаях, когда их действия не влекут за собой уголовной ответственности. Наложить штрафы на организации, учреждения и предприятия за нарушение законов об охране природы, запрещается.

Указом Президиума Верховного Совета СССР от 3 ноября 1978 г. «Об административной ответственности за нарушения законодательства о недрах» предусмотрен штраф до 50 руб. для граждан и до 100 руб. для должностных лиц за самовольное использование недр, действия, нарушающие право государственной собственности на недра, самовольную застройку площадей залегания полезных ископаемых, невыполнение правил охраны недр и требований по охране окружающей среды, зданий и сооружений от вредного воздействия работ, связанных с использованием недрами. Штраф до 100 руб. налагается на должностных лиц также за выборочную отработку богатых участков месторождений, приводящую к потерям запасов полезных ископаемых, за порчу месторождений полезных ископаемых.

Уголовная ответственность за нарушения законов об охране природы предусмотрена в уголовных кодексах союзных республик. В УК УССР такая ответственность предусмотрена в ст. 89, 90, 158—163, 227, 228. В ст. 89 сказано, что за умышленное уничтожение или повреждение государственного или общественного имущества или лесных массивов, совершенное путем поджога или иным опасным способом, виновные наказываются лишением свободы на срок до 10 лет. Если это деяние повлекло человеческие жертвы или причинило особо крупный ущерб, то виновные наказывают-

ся лишением свободы на срок до 15 лет со ссылкой на срок до 2—5 лет.

За уничтожение или повреждение имущества или лесных массивов в результате неосторожного обращения с огнем виновные наказываются лишением свободы на срок до 3 лет или исправительными работами на срок до 1 года (ст. 90).

За загрязнение водоемов неочищенными и необезвреженными сточными водами, могущее причинить вред здоровью людей, сельскохозяйственному производству или рыбным запасам, или загрязнение атмосферного воздуха вредными для здоровья людей отходами производства виновные наказываются исправительными работами на срок до 1 года или штрафом до 300 руб.

Материальная ответственность за нарушение законов об охране природы заключается в возмещении нанесенного природе ущерба (за повреждение леса, незаконный лов рыбы, другие виды браконьерства и т. д.). Материальную ответственность несут как отдельные лица, так и предприятия и организации. Материальная ответственность за причинение ущерба, вызванного нарушением законодательства об охране недр, предусмотрена ст. 50 Основ законодательства о недрах. На предприятия, организации, учреждения и граждан возлагается обязанность возместить убытки, причиненные названным нарушением.

К материальной ответственности привлекаются виновные в причинении вреда животному миру и ущерба рыбному или охотничьему хозяйству. Материальный ущерб исчисляется по специальным таксам, закрепленным в рыбоохранном и охотничьем законодательстве.

Эффективность охраны окружающей природной среды определяется не только последовательным и обоснованным применением юридической ответственности и средств общественного воздействия за совершенное правонарушение, но прежде всего своевременным предупреждением правонарушений, что обеспечивается действенной воспитательной работой среди населения, системой правовых, организационных, экономических и других мер.

### Контрольные вопросы

1. Изложите сущность высказываний К. Маркса, Ф. Энгельса, В. И. Ленина об охране природы.
2. Назовите законы об охране природы, подписанные В. И. Лениным после победы Великой Октябрьской социалистической революции.
3. Сделайте обзор основных законов об охране окружающей среды в СССР.

4. Назовите статьи Конституции СССР, касающиеся охраны природы, изложите их содержание.

5. Перечислите основные нормативные документы по охране окружающей среды.

6. Какие виды и функции надзора за охраной окружающей среды в СССР?

7. На основе каких законов и нормативных документов осуществляется охрана недр в СССР?

8. Какое значение для нашего общества имеет строгое выполнение законов об охране природы?

9. Какие виды ответственности применяются за нарушение законов об охране природы?

10. В чем заключается административная, уголовная и материальная ответственность за нарушение законов об охране природы?

### Глава 3. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ И СПОСОБЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

#### § 1. Общие сведения о развитии природы

Вселенная представляет собой безграничную, бесконечную во времени и пространстве космическую систему, в которую входят галактики, скопления галактик, туманности и другие космические образования. Центр этой системы расположен в направлении скопления галактик в созвездии Девы на расстоянии 30 млн. световых лет от Земли. Все видимые с помощью современных приборов галактики, скопления галактик и туманностей занимают пространство диаметром примерно 100 млн. световых лет и составляют незначительную часть бесконечной Вселенной. Еще меньшей частью ее является наша Галактика (система Млечного Пути), состоящая из скопления примерно 200 млрд. звезд. В плоскости своего вращения Галактика включает в себя множество спиральных ветвей, а в перпендикулярной плоскости она имеет вид вытянутой линзы с продольным размером в 100 и поперечным в 10 тыс. световых лет. По мере приближения к центру этой линзы число звезд и звездных систем возрастает и образует ядро (центр) Галактики. Центр Галактики находится в направлении от Земли к созвездию Стрельца (одного из наиболее яркого участка Млечного Пути). Солнечная система расположена внутри одной из спиральных ветвей нашей Галактики на расстоянии 26 тыс. световых лет или 10 тыс. пк от ее центра (1 пк=30,85 трлн. км).

Солнечная система движется вокруг центра Галактики приблизительно по круговой орбите со скоростью около 300 км/с, совершая один оборот вокруг центра примерно за 200 млн. лет. Галактика движется в направлении созвездия Единорога относительно ближайших галактик со скоростью



210 км/с. Самая близкая к нам звезда альфа Центавра находится на расстоянии 4,25 световых лет. Расстояние от Солнца до Земли составляет примерно 149 млн. км (это расстояние луч света проходит за 8 мин 18 с). Как и другие звезды Галактики, Солнце представляет собой огромный вращающийся и движущийся в пространстве шар (диаметром 1,392 млн. км) раскаленной плазмы, состоящей из водорода (90 %) и гелия (10%); плотность и температура плазмы нарастают в направлении от поверхности к центру, где температура превышает 10 млн. градусов, давление —  $20 \cdot 10^6$  МПа (200 млн. атмосфер). Температура поверхности Солнца — 5770 К (6000 °С). За 27 суток Солнце совершает один оборот вокруг своей оси. В Солнечную систему входят 9 планет (Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран, Нептун, Плутон), некоторые из планет имеют спутники. Планеты вращаются вокруг Солнца по эллиптическим орбитам.

Предполагается, что в результате сжатия, которое произошло 4,6 млрд. лет назад в межзвездном пространстве, на окраине одного из рукавов Галактики образовалось огромное облако газа и пыли. В результате сжатия и вращения из облака постепенно образовался диск. Образовавшееся в центре диска тело стало настолько массивным, плотным и горячим, что внутри него начались ядерные реакции и образовалась звезда — Солнце. Из частиц окружающей пыли в результате аккреции (сгущения) образовались планеты, которые обращаются по орбитам вокруг Солнца, и спутники, обращающиеся вокруг некоторых планет.

Наша Галактика примерно в 2...3 раза старше Солнечной системы. Как и другие галактики, она образовалась в результате сжатия газа (главным образом водорода) в межгалактическом пространстве. Возраст самых древних земных пород (пород археозойской эры в Гренландии) составляет 3,5 млрд. лет (возраст самых старых лунных пород — 4,5 млрд. лет). Примерно через 350 млн. лет возникли самые ранние микроструктуры (ископаемые клетки), представляющие собой начальные формы флоры планеты. Растения, подобные водорослям, возникли на Земле примерно 2 млрд. лет назад. Беспозвоночные морские организмы возникли 600 млн. лет назад. В палеозойской эре появились рыбы и амфибии, мезозойской — предки птиц, кайнозойской — млекопитающие.

В доступной для наблюдения части Вселенной количество галактик достигает 100 млрд., а общее их число неизмеримо больше. Самая близкая к нашей Галактике спиральная Галактика Андромеды находится на расстоянии 750 тыс.

световых лет (удаленные галактики находятся от нас на расстояниях в сотни миллионов и миллиарды световых лет). По современным научным представлениям видимая с помощью научной аппаратуры Вселенная диаметром в 26 млрд. световых лет пульсирует (то расширяется, то сжимается) с гигантским периодом в 82 млрд. лет. Предполагается, что около 20 млрд. лет назад произошел Большой взрыв, за которым последовало расширение Вселенной с последовательным образованием элементарных частиц, гелия, ионизированной плазмы, остывающих газов, галактик, звезд, планет и их спутников. Процесс расширения Вселенной после Большого взрыва постепенно затухает, и по истечении 41 млрд. лет она начнет сжиматься. Это сжатие будет продолжаться следующие 41 млрд. лет и завершится следующим Большим взрывом. Мы живем в эпоху, когда прошла четвертая часть времени одного из бесчисленных циклов расширения, а самые удаленные звездные объекты родились в результате последнего Большого взрыва.

Эволюция Вселенной заключается в разбегании галактик и их скоплений со скоростями в десятки тысяч километров в секунду (чем дальше от земного наблюдателя находится галактика, тем с большей скоростью она удаляется от него). Наша Галактика в целом движется относительно источника реликтового радиоизлучения со скоростью 600 км/с. Земля со скоростью 30 км/с совершает за год один оборот вокруг Солнца.

Образование Земли как твердого тела произошло 4,6 млрд. лет назад. Около 3,5 млрд. лет назад в результате закономерной эволюции материи на Земле возникла жизнь, началось развитие биосферы. Последовательность развития жизни на Земле представлена в табл. 1.

Развитие животного мира на Земле показано на рис. 2.

В археозойскую эру, которая длилась более 2,3 млрд. лет, наблюдались значительная вулканическая активность и слабый процесс осадкообразования, происходила эрозия поверхности Земли на больших площадях. В отложениях археозойской эры ископаемые остатки отсутствуют (имеются косвенные указания на существование живых организмов в виде отложений органического вещества в породах). В конце археозойской и начале протерозойской эры произошло грандиозное горообразование и частичное уничтожение ископаемых остатков.

В протерозойскую эру, длившуюся более 2 млрд. лет, геологические условия характеризовались интенсивным процессом осадкообразования, вулканической активнос-

Т а б л и ц а 1. Геохронологическая шкала и развитие жизни на Земле

Эры	Периоды	В миллионах лет		Развитие жизни
		Начало и конец	Продолжительность	
Археозойская	Ранний	Ранее 3500	1000...1500	Первичные организмы, существовавшие в бескислородной среде
	Поздний	3500...2600	900	Простейшие одноклеточные организмы, способные к фотосинтезу и фиксации азота
Протерозойская	Нижний	2600...1900	700	Возникновение многоклеточных организмов и широкое распространение бактерий, грибов и водорослей
	Средний	1900...1600	300	
	Верхний	1600...570	1030	
Палеозойская	Кембрийский	570...500	70	Появление и широкое распространение морских беспозвоночных животных
	Ордовикский	500...440	60	Появление низших наземных растений, их распространение и возникновение наземных беспозвоночных животных
	Силурийский	440...410	30	Расцвет морских беспозвоночных животных
	Девонский	410...350	60	Возникновение наземных сосудистых растений, появление насекомых, первых позвоночных животных
	Каменноугольный	350...285	65	Расцвет на суше гигантских плаунов и папоротников. Обилие земноводных животных. Образование каменных углей как захоронение лишней для биосферы углекислоты
	Пермский	285...230	55	Дальнейшее развитие голосеменных растений, вымирание папоротникообразных. Появление крупных пресмыкающихся
Мезозойская	Триасовый	230...195	35	Расцвет голосеменных растений. Широкое распространение крупных пресмыкающихся
	Юрский	195...137	58	Дальнейший расцвет голосеменных растений. Появ-

Эры	Периоды	В миллионах лет		Развитие жизни
		Начало и конец	Продолжительность	
Кайнозойская	Меловой	137...67	70	ление непосредственных предков птиц Появление покрытосеменных растений. Вымирание крупных пресмыкающихся. Дальнейшее захоронение лишней углекислоты в виде углекислого кальция (мела)
	Палеогеновый	67...25	42	Расцвет покрытосеменных растений. Появление и развитие птиц и млекопитающих
	Неогеновый	25...1,5	23,5	Развитие современных растительности и животного мира. Появление и формирование древних людей — непосредственных предков современного человека
	Антропогеновый	1,5*...0	1,5*	Развитие человечества. Появление Человека разумного

\* По разным данным, от 600 тыс. до 3,5 млн. лет.

тью, эрозией поверхности на обширных площадях и многократными оледенениями. В горных породах этого возраста обнаружены следы примитивных водных растений (водорослей), грибов, различных морских простейших моллюсков, червей и других морских организмов. Протерозойская эра закончилась вторым великим горообразованием и частичным уничтожением ископаемых остатков.

Палеозойская эра (эра древней жизни) длилась 340 млн. лет, из которых 70 млн. лет приходится на самый древний *кембрийский период*. Этот период характеризуется умеренным климатом, наличием в породах ископаемых остатков (морских водорослей, трилобитов, плеченогих). В следующем, *ордовикском, периоде*, длившемся 60 млн. лет, произошло значительное погружение суши, климат был теплым даже в Арктике. В этот период, вероятно, появились первые наземные растения при обилии морских водорослей. Из животных организмов появляются первые рыбы (вероятно, пресноводные). В морях — обилие кораллов и трилобитов, разнообразных моллюсков.

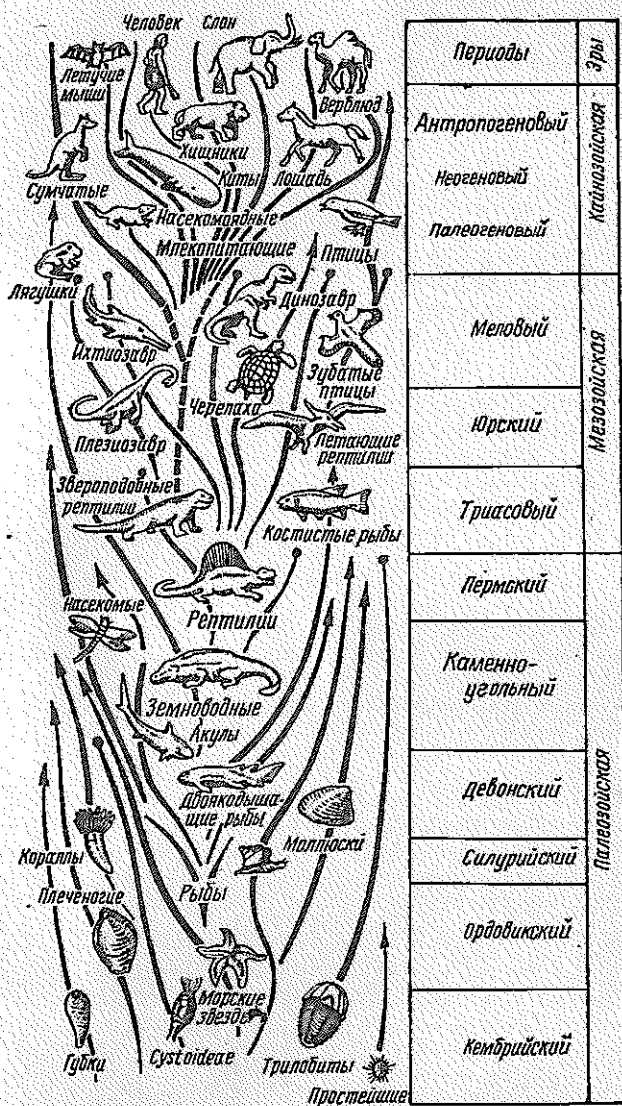


Рис. 2. Схема развития животного мира от кембрийского периода до наших дней (линиями с точкой показаны вымершие виды организмов)

В *силурийском периоде*, длившемся 30 млн. лет, образовались обширные внутриконтинентальные моря, климат низменных местностей по мере поднятия суши стал более засушливым. Из животных преобладают морские паукообразные, появляются первые (бескрылые) насекомые, усиливается развитие рыб.

*Девонский период* продолжался 60 млн. лет. В этот период внутриконтинентальные моря были небольшими, имели место поднятие суши, оледенение, аридный (сухой) климат, появились первые леса, возникли и развивались наземные растения, появились первые голосеменные и первые земноводные при обилии двоякодышащих рыб и акул.

В начале *каменноугольного периода* (в течение 25 млн. лет) климат был теплый и влажный, а позднее в связи с поднятием суши — более прохладный. Из растений господствовали гигантские плауны и папоротники, шире распространились голосеменные, морские лилии достигли наивысшего развития. В морях были широко распространены древние акулы.

В последующее время (продолжительностью 40 млн. лет) геологические условия были связаны с низким положением материков, наличием обширных болот, в которых накапливались останки деревьев; образовались залежи угля. Обширные территории занимали папоротники и голосеменные растения. Появились первые пресмыкающиеся и были широко распространены земноводные. Палеозойская эра завершилась *пермским периодом* (продолжительностью 55 млн. лет), для которого характерны поднятие материков, образование Аппалачских гор, усиление засушливости, оледенение в южном полушарии. Сократилось развитие плаунов и папоротниковых растений, многие древние животные вымерли, развивались звероподобные пресмыкающиеся и насекомые. В самом конце палеозойской эры имели место Герцинское горообразование и некоторое уничтожение ископаемых остатков.

*Мезозойская эра* (эра пресмыкающихся), длившаяся около 163 млн. лет, делится на три периода: триасовый (35 млн. лет), юрский (58 млн. лет) и меловой (70 млн. лет). В *триасовом периоде* материка были приподняты над уровнем моря, усиливалась засушливость климата, накапливались континентальные отложения. Из растений преобладали голосеменные. Семенные папоротники вымерли. Появились первые динозавры, птерозавры и яйцекладущие млекопитающие, вымирали примитивные земноводные.

В *юрском периоде* материка были довольно высокие, мелководные моря покрывали лишь часть современных

территорий Европы и запада Северной Америки. Растительный мир был представлен голосеменными и хвойными растениями. Из животных были распространены насекомоядные сумчатые, динозавры, появились первые зубатые птицы.

В меловом периоде накопились большие отложения глинистых сланцев и мела, образовались внутриконтинентальные моря и болота. В конце мелового периода в результате Альпийского горообразования образовались Анды, Альпы, Гималаи, Скалистые горы (Северная Америка). Среди растений были характерны голосеменные, появились первые дубовые и кленовые леса, однодольные растения. Динозавры достигли наивысшего развития и вымирали. Зубатые птицы исчезали, появились первые современные птицы, распространялись архаические млекопитающие. Мезозойская эра закончилась Альпийским горообразованием и частичным уничтожением ископаемых остатков.

Кайнозойская эра (эра млекопитающих) началась примерно 67 млн. лет назад и делится на три периода: палеогеновый (продолжительностью 42 млн. лет), неогеновый (продолжительностью 23,5 млн. лет) и антропогенный (последние 1,5 млн. лет). Палеогеновый и неогеновый периоды делятся на пять эпох: палеоцен (5 млн. лет), эоцен (22 млн. лет), олигоцен (11 млн. лет), миоцен (13 млн. лет) и плиоцен (12 млн. лет). В палеоценовую эпоху были распространены самые древние млекопитающие. В эоценовую эпоху горы были размыты, внутриконтинентальные моря исчезли, климат был теплым, достигли расцвета хищники и копытные животные, были распространены разнообразные плацентарные млекопитающие. Олигоценовая эпоха характеризуется низким расположением материков и теплым климатом, интенсивным развитием однодольных цветковых растений и максимальным распространением лесов. В эту эпоху древние млекопитающие вымерли, начали развиваться антропоиды, распространялись предшественники большинства ныне живущих родов млекопитающих. В миоценовую эпоху образовались Сиерры и Каскадные горы, имела место вулканическая активность на северо-западе Северной Америки, климат был прохладным. В эволюции млекопитающих наступил кульминационный период, появились первые человекообразные обезьяны. В плиоценовой эпохе продолжалось поднятие гор на западе Северной Америки, проявлялась вулканическая активность, исчезали леса, распространились луга, развивались цветковые и однодольные растения. В органическом мире господствующее положение занимали млекопитающие; животные и растения

близки к современным. В конце плейстоценовой эпохи неогенового периода из животного царства выделился человек (появились первые примитивные люди). *Антропогенный период* делится на две эпохи: плейстоценовую (15 млн. лет) и голоценовую, или современную (началась 11 тыс. лет назад). В плейстоценовую эпоху произошло похолодание климата Земли (четыре ледниковых периода), вымерли многие виды растений и крупные млекопитающие, зарождалось человеческое общество. В современную эпоху (эпоха человека) закончился последний ледниковый период, климат стал теплее, продолжается сокращение лесов и развитие травянистого покрова.

## § 2. Физические условия, необходимые для жизни людей

При определенных значениях физических параметров окружающей среды человек не испытывает неприятных ощущений и имеет самую высокую работоспособность. Такие условия называются комфортными. К основным физическим характеристикам окружающей человека среды относятся температура, влажность, скорость движения воздуха, состав и давление атмосферы. Комфортные условия для человека обеспечиваются некоторыми сочетаниями этих характеристик, например: при легкой работе температура должна быть 291...294 К (18...21 °С), влажность — 40...60 % и скорость движения воздуха — 0,2 м/с; при умеренной работе температура должна быть 289...291 К (16...18 °С), скорость движения воздуха — 0,3 м/с при такой же влажности; при тяжелой работе температура должна быть 287...289 К (14...16 °С) при влажности, и скорости воздуха соответственно 40...60 % и 0,3 м/с. При более высокой температуре скорость движения воздуха должна быть соответственно выше.

Состав атмосферы Земли характеризуют данные табл. 2.

Давление атмосферного воздуха на уровне моря составляет 1013,25 ГПа (760 мм рт. ст.), а парциальное давление кислорода — 200 ГПа (150 мм рт. ст.). Нормальный состав атмосферы и давление воздуха обеспечивают наилучшие условия для жизнедеятельности человеческого организма.

Через легкие человека за сутки проходит в среднем 10 тыс. л воздуха. Из этого объема организм потребляет до 300 л кислорода и выделяет примерно столько же углекислого газа.

Критерии оценки тяжести физической работы приведены в табл. 3. Из табл. 3 видно, что здоровый человек при ра-



Т а б л и ц а 2. Состав атмосферы Земли [см.: 24, с. 16]

Газы	Содержание в нижних слоях атмосферы, %		Газы	Содержание в нижних слоях атмосферы, %	
	по объему	по массе		по объему	по массе
Азот	78,084	75,5	Углекислый газ	0,033	0,0466
Кислород	20,946	23,14	Озон:		
Аргон	0,934	1,28	в тропосфере	0,000001	ничтожно малая величина
Неон	0,0018	0,0012			
Гелий	0,000524	0,00007			
Криптон	0,000114	0,0003			
Водород	0,00005	0,000005	в стратосфере	0,001—0,0001	»

Т а б л и ц а 3. Критерии оценки тяжести физической работы человека [см.: 4, с. 18]

Физиологические показатели	Категория тяжести работы			
	легкая	умеренная	тяжелая	очень тяжелая
Частота сокращения сердца, уд/мин	73...100	101...120	121...150	151...175
Минутный объем дыхания, л/мин	13...23	24...32	33...45	>45
Потребление кислорода, мл/мин	600...1200	1201...1700	1701...2000	>2000
Энергозатраты:				
ккал/мин	2,5...5,0	5,1...7,5	7,6...10,0	>10
Дж/мин	10...20	20...30	30...40	>40

боте выделяет тепла и потребляет кислорода значительные количества. При напряженной физической работе потребление организмом человека кислорода возрастает в несколько (до 10) раз.

Организм человека может приспособиться к значительным отклонениям параметров среды от оптимальных значений. Однако существуют предельные значения параметров среды, выход за рамки которых приводит к гибели человека.

Все население Земли обитает в районах со средней годовой температурой от 273 до 330 К (от 0 до 30 °С) и со среднесуточной температурой в пределах от 263 до 313 К (от минус 10 до плюс 40 °С). Для выживания и активного роста большинства растений и животных, которые нужны человеку как поставщики кислорода через фотосинтез и

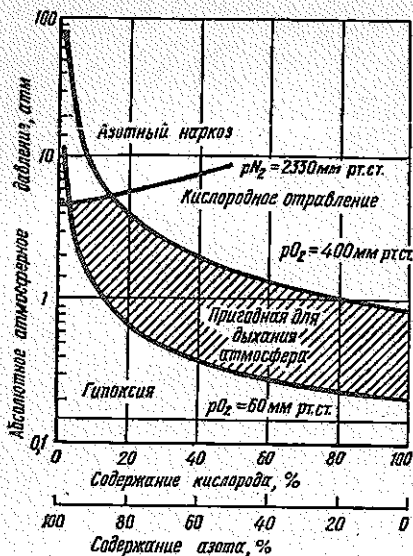


Рис. 3. Зависимость содержания кислорода и азота в пригодном для дыхания атмосферном воздухе от атмосферного давления

для дыхания. Содержание газов в воздухе может изменяться в широких пределах, но парциальное давление вдыхаемого кислорода должно находиться между двумя пределами: нижним — 80 гПа (60 мм рт. ст.), ниже которого наступает гипоксия (кислородное голодание); верхним — 530 гПа (400 мм рт. ст.), за которым возникает кислородное отравление (рис. 3). Парциальное давление кислорода в легких человека подсчитывается по формуле

$$p_{O_2} = (p_B - p_{H_2O}) d_{O_2}, \quad (3.1)$$

где  $p_{O_2}$  — парциальное давление кислорода;  $p_B$  — полное атмосферное давление;  $p_{H_2O}$  — парциальное давление паров воды в воздухе, входящем в легкие ( $p_{H_2O} \approx 60$  гПа или 47 мм рт. ст.);  $d_{O_2}$  — объемная доля кислорода во вдыхаемом воздухе.

На уровне моря при дыхании чистым воздухом ( $p_B = 1013,25$  гПа или 760 мм рт. ст.,  $d_{O_2} = 0,2095$ ) парциальное давление на входе, подсчитанное по формуле (3.1),

$$p_{O_2} = (1013,25 - 60) 0,2095 = 200 \text{ гПа} \\ \text{или } (760 - 47) 0,2095 = 149 \text{ мм рт. ст.}$$

пищу, необходимы средне-годовые и среднесуточные температуры в этих же пределах.

Влажность окружающей человека среды может быть любая, если другие параметры среды пригодны для жизни, однако ее изменение значительно влияет на сохранение теплового равновесия в организме человека.

Человеческий организм может нормально функционировать при скоростях движения воздуха до 35 м/с, которые наблюдаются в атмосфере Земли. Изменение скорости движения воздуха сильно влияет на тепловое равновесие в теле человека.

Атмосферный воздух должен быть пригодным

Зависимость содержания кислорода и азота в пригодном для дыхания воздухе от атмосферного давления показана на рис. 3, из которого видно, что при парциальном давлении азота 310 кПа (2330 мм рт. ст.) наступает отравление азотом, опасное для жизни. В высокогорных районах парциальное давление кислорода значительно меньше, чем на уровне моря: на высоте 5300 м — 96 (72), на высоте 5800 м — 90 (68) и на высоте 7000 м — 70 гПа (53 мм рт. ст.).

В Чилийских Андах люди живут и работают на высоте 5800 м. После акклиматизации люди могут жить на высоте 7000 м. На уровне моря парциальному давлению кислорода 530 гПа (400 мм рт. ст.) соответствует его содержание в воздухе 56 %. Чистым кислородом человек может дышать при атмосферном давлении 140 гПа (107 мм рт. ст.), при этом парциальное давление кислорода равно 80 гПа (60 мм рт. ст.). При меньшем атмосферном давлении образуются пузырьки углекислого газа и воды в крови.

Разбавители кислорода в искусственной атмосфере вызывают наркотическое действие при достижении определенной (верхней) величины парциального давления. Предельные величины парциального давления примесей в пригодной для дыхания атмосфере составляют: гелий — 8130 (61 000), неон — 520 (3900), азот — 310 (2330), аргон — 1600 (1220), криптон — 470 (350), ксенон — 210 гПа (16 мм рт. ст.), углекислый газ — 930 гПа или 7 мм рт. ст. Содержание примесей не должно превышать (в % по объему): оксида углерода — 0,0016, оксида азота — 0,00025, сернистого газа — 0,00035, сероводорода — 0,00066.

Таким образом, в пригодной для дыхания атмосфере содержание газов должно быть таким, при котором парциальное давление кислорода будет равно 8...530 гПа, углекислого газа — 3...930 Па, инертных примесей — 930 Па...8130 кПа (соответственно 60...400, 0,05...7 и 7...61 000 мм рт. ст.), а содержание примесей ядовитых веществ не должно превышать предельно допустимых количеств.

Для жизни на Земле необходимо сохранение имеющегося в верхних слоях атмосферы слоя воздуха с повышенным содержанием озона (озоносферы, или озонового экрана). Общая запыленность атмосферы не должна превышать  $1,8 \cdot 10^9$  частиц на  $1 \text{ м}^3$  воздуха (при содержании свободного кремния в пыли более 50 % запыленность должна быть в 10 раз меньше). Для активного фотосинтеза растений освещенность должна быть в пределах  $20 \dots 3 \cdot 10^5 \text{ лм/см}^2$  (0,002—30 люкс) и периодически изменяться (чередование дня и ночи).

### § 3. Основы учения о биосфере Земли

Земной шар кроме ядра и мантии имеет три верхних оболочки: литосферу, гидросферу и атмосферу. Биосфера — область активной жизни, охватывающая нижнюю часть атмосферы, гидросферу и верхнюю часть литосферы. Термин «биосфера» ввел в 1875 г. австрийский геолог Э. Зюсс. Учение о биосфере было создано академиком В. И. Вернадским более 50 лет назад (его книга «Биосфера» была опубликована в 1926 г.). В. И. Вернадский писал, что на земной поверхности нет химической силы более постоянно действующей, а потому и более могущественной по своим конечным последствиям, чем живые организмы, взятые в целом. Структура биосферы Земли показана на рис. 4.

Границы биосферы определяются факторами, которые обеспечивают существование живых организмов. Верхней его границей является озоновый экран Земли.

Нижняя граница биосферы определяется температурой земных недр, при которой жизнь в основном невозможна (373 К или 100°C), и проходит на глубине 3...3,5 км ниже поверхности земной коры. Гидросфера полностью входит в биосферу. Толщина биосферы немного больше 20 км. Жизнь сосредоточена в основном на земной поверхности и вблизи нее, где условия для существования живых организмов наиболее благоприятны: на суше — это почва и растительный покров, в океане — верхний слой воды глубиной до 200 м.

Биомасса суши достигает 3000 млрд. т, в том числе фитомасса (биомасса растений) — 97...99 %, зоомасса (биомас-

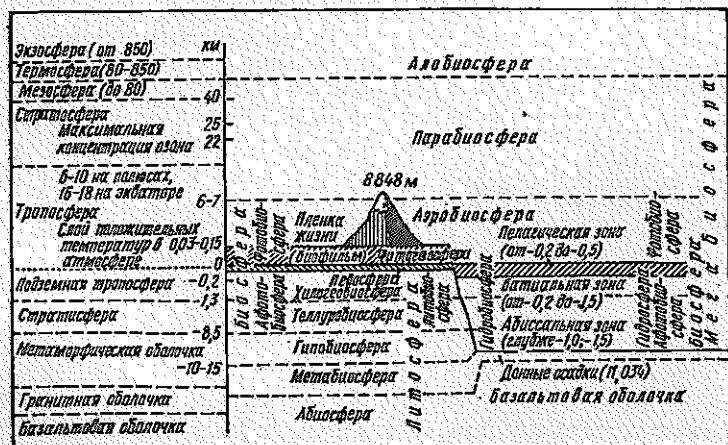


Рис. 4. Структура биосферы Земли

са животных) — 1...3 %. Общая масса почвенных макроорганизмов составляет 9 млрд. т. Почти 98 % массы живого вещества составляют только четыре химических элемента: углерод, кислород, азот и водород.

Для понимания структуры и функционирования биосферы очень важным является понятие «экологическая система». Функциональная система, включающая в себя сообщество живых существ и среду их обитания, называется экологической системой (экосистемой). Примерами экосистем являются заповедник, тайга, озеро, море, мировой океан и т. д. Все экосистемы Земли взаимосвязаны. Биосфера Земли представляет собой совокупность всех взаимосвязанных экосистем и является гигантской и сложной экосистемой. Поэтому биосфера должна изучаться в целостном виде. Экосистемы изучаются экологией.

Экология — это наука о биосфере, она охватывает всю природу в целом (термин «экология» — наука о местобитании — ввел немецкий ученый Эрнст Геккель в 1869 г.). Развернутое определение понятия «экология» приведено в словаре.

Социальный характер и глобальный масштаб проблемы охраны природы создают необходимость синтеза знаний, создания комплексной теории экологии. Объект ее исследования — взаимодействие человека с различными природными системами, с экосферой и ее подразделениями. Глобальная экология не ограничивается изучением состояния и динамики биосферы, оценкой влияния на нее человеческой деятельности. Она включает в себя научный анализ международных аспектов управления протекающими в биосфере процессами (анализ социально-экономического и международного политического аспекта общей экологической обстановки в мире и его регионах; оценка предпосылок, возможностей, путей и средств организации коллективных действий государств на мировой арене в интересах урегулирования и предотвращения крупномасштабных обостренных экологических ситуаций; анализ текущего и выявление перспектив взаимодействия между главными процессами в биосфере, в том числе вызванными человеческой деятельностью, мировым социальным и экономическим развитием).

Происходящие в биосфере процессы связаны с жизнедеятельностью растений, животных и других организмов. Различают такие уровни организации жизни (от самого низкого до самого высокого): молекула, клетка, ткани, орган, организм, популяция, сообщество, экосистема.

В любой экологической системе непрерывно происходит обмен веществами и энергией. Основными формами

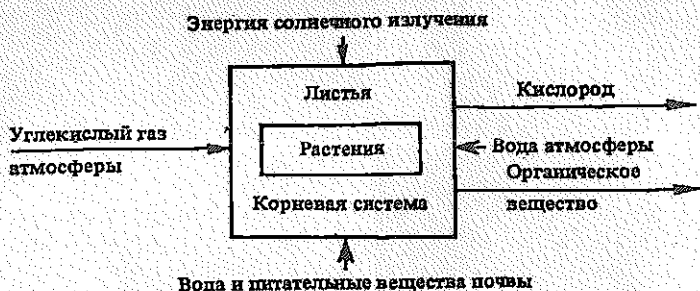
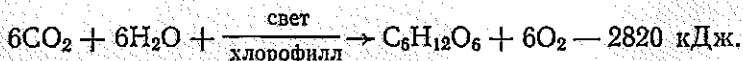


Рис. 5. Схема процесса фотосинтеза

обмена веществами и энергией в экосистеме являются фотосинтез, дыхание живых организмов и пищевые связи.

**Фотосинтез** — это химический процесс образования органических веществ в листьях зеленых растений. Для фотосинтеза используются углекислый газ атмосферы, вода, питательные вещества почвы и энергия солнечного излучения, поглощаемая хлорофиллом. В результате образуются органические вещества (глюкоза) и выделяется кислород, который используется для дыхания. Схема процесса фотосинтеза показана на рис. 5.

Схема фотосинтеза имеет вид:



Фотосинтез лежит в основе создания органических веществ на Земле (при этом растения используют питательные вещества почвы). Растения, выделяющие кислород, создали условия для существования и развития почти всех форм организмов на Земле.

Дыхание представляет собой процесс, обратный процессу фотосинтеза: при дыхании из органического вещества и кислорода образуются углекислый газ, вода и выделяется энергия; углекислый газ снова возвращается в атмосферу и используется для фотосинтеза.

Сопоставлены процессы фотосинтеза и дыхания в табл. 4.

Способ получения необходимых для питания веществ у растений и животных неодинаков. Растения непосредственно усваивают минеральные вещества почвы и углекислый газ атмосферы, являются производителем углеводов, органических соединений азота и серы, сами синтезируют необходимые для построения белков аминокислоты и могут существовать независимо от животного мира. Животные

Т а б л и ц а 4. Характеристики процессов фотосинтеза и дыхания

Черты процесса	Характеристика процесса	
	Фотосинтез	Дыхание
Метод осуществления	Вода и углекислый газ	Во всех живых клетках
Исходные продукты	Только в хлорофиллоносных клетках зеленых растений	Кислород и органические соединения (например, глюкоза)
Время осуществления	Только днем	Непрерывно ночью и днем
Энергия	Накапливается	Выделяется
Результат	Увеличение массы растения	Уменьшение массы растения или животного
Продукты	Кислород и органические вещества	Углекислый газ и вода

усваивают готовые питательные вещества, являются потребителями готовых углеводов, органических соединений азота и серы, получают необходимые для построения белков некоторые незаменимые аминокислоты в готовом виде и могут существовать только за счет синтезирующей деятельности растений.

Выдающийся русский ученый К. А. Тимирязев писал: «Когда-то, где-то на землю упал луч Солнца, но он упал не на бесплодную почву, он упал на зеленую былинку пшеничного ростка, или, лучше сказать, на хлорофилловое зерно. Ударяясь о него, он потух, перестал быть светом, но не исчез. Он только затратился на внутреннюю работу, он рассек, разорвал связь между частицами углерода и кислорода, соединенными в углекислоте. Освобожденный углерод, соединяясь с водой, образовал крахмал. Этот крахмал, превратясь в растворимый сахар, после долгих странствий по растению отложился, наконец, в зерне в виде крахмала или же в виде клейковины. В той или иной форме он вошел в состав хлеба, который послужил нам пищей. Он преобразился в наши мускулы, в наши нервы, и вот теперь атомы углерода стремятся в наших организмах вновь соединиться с кислородом, который кровь разносит во все концы нашего тела. При этом луч Солнца, таившийся в них в виде химического напряжения, вновь принимает форму явной силы. Этот луч Солнца согревает нас. Он приводит нас в движение. Быть может, в эту минуту он играет в нашем мозгу» [см.: 29, с. 280]. По словам К. А. Тимирязева, растения

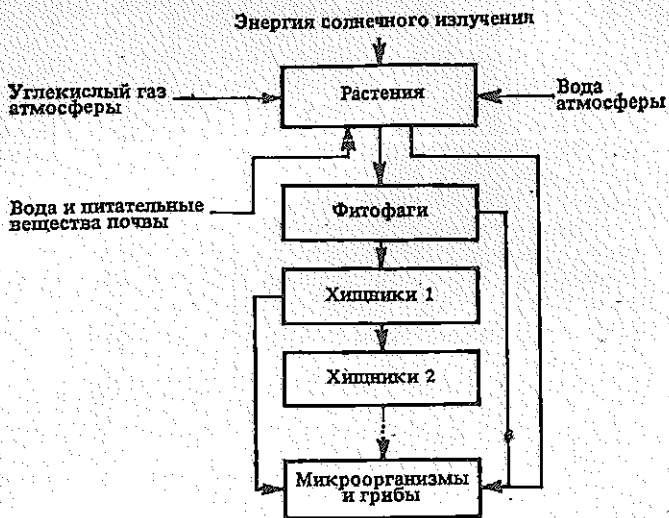


Рис. 6. Схема обмена веществами и энергией в экологических системах

подобно Прометею похитили энергию Солнца и отдали ее живым организмам.

Таким образом, в основе жизнедеятельности организмов в биосфере лежат круговороты углерода и кислорода. Углерод вместе с другими химическими элементами необходим для построения органических веществ, из которых состоит все живое, а кислород — для дыхания, которое обеспечивает существование организмов.

В биосфере одновременно протекают химические круговороты веществ, они складываются в биологический цикл, состоящий из трех звеньев:

1. Создание зелеными растениями (продуцентами) первичной продукции в процессе фотосинтеза.
2. Превращение первичной продукции (растений) во вторичную (животную) продукцию в процессе жизнедеятельности животных (консументов).
3. Разрушение первичной и вторичной биологической продукции бактериями и грибами (редуцентами).

В полный биологический круговорот вовлекаются почти все химические элементы Земли.

В результате длительной фотосинтезирующей деятельности растительности в воде и на суше образовался почти весь кислород атмосферы Земли, без которого не было бы озонового экрана и жизнь на суше не могла бы существовать.



Схема обмена веществами и энергией в экологических системах показана на рис. 6. Обобщенная модель экологической системы приведена на рис. 7.

Равновесие и сбалансированность обмена веществ — признак совершенства и устойчивости экологической системы. При их нарушении экосистема разрушается и восстановить ее не всегда возможно.

Непрерывным процессом в живой природе является биохимический круговорот веществ в биосфере.

В процессе фотосинтеза ежегодно выделяется  $53 \cdot 10^9$  т кислорода на суше и  $441 \cdot 10^9$  т в океане. Незначительное количество кислорода образуется в ионосфере Земли при разложении паров воды ультрафиолетовыми лучами. Всего в атмосфере Земли —  $280\,000 \cdot 10^9$  т кислорода. Живые организмы используют его для дыхания. Для образования всего кислорода Земли за счет фотосинтеза нужно где-то 600 лет. Через живые организмы весь кислород проходит за 2000 лет.

Источником углерода является углекислый газ атмосферы, который выделяется при гниении органических веществ и при дыхании растений и животных. Содержащийся в атмосфере углекислый газ в процессе фотосинтеза поглощается растениями. Часть его используется для образования органических веществ, а часть в процессе дыхания снова попадает в атмосферу. Органические вещества поедаются животными и содержащийся в них углерод в составе углекислого газа частично возвращается в атмосферу при дыхании, а оставшаяся часть попадает в атмосферу после гниения остатков растений и животных.

Содержание углекислого газа в атмосфере Земли — 0,33 % по объему. Скорость биологического оборота углерода — 300 лет (почти в 7 раз больше скорости круговорота кислорода). Часть углерода попадает в осадочные породы (известняки, образующиеся из твердых остатков морских организмов) и выпадает из круговорота на некоторое время.

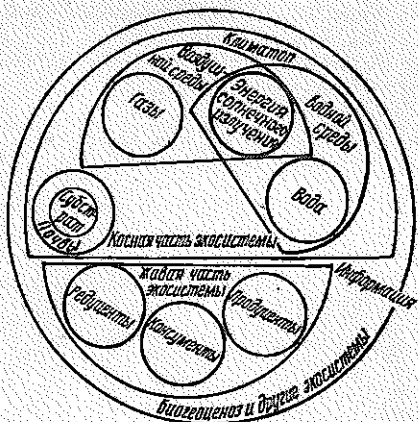


Рис. 7. Обобщенная модель экологической системы

Т а б л и ц а 5. Содержание углерода в биосфере и земной коре [см.: 13, с. 490]

Биосфера и земная кора	Масса углерода		Биосфера и земная кора	Масса углерода	
	т	г/см <sup>2</sup> поверхности Земли		т	г/см <sup>2</sup> поверхности Земли
Животные	5 · 10 <sup>9</sup>	0,0015	Угли, нефть, сланцы	6,4 · 10 <sup>15</sup>	663,0
Растения	5 · 10 <sup>11</sup>	0,1			
Атмосфера	6,4 · 10 <sup>11</sup>	0,125	Кристаллические породы	1 · 10 <sup>16</sup>	2000
Океан	3,8 · 10 <sup>13</sup>	7,5			
Базальты и другие основные породы	1,7 · 10 <sup>14</sup>	33,00	Карбонатные породы	1,3 · 10 <sup>16</sup>	2500
Граниты и диориты	2,9 · 10 <sup>15</sup>	567,0	<i>Всего</i>	3,2 · 10 <sup>16</sup>	5770

В атмосфере над каждым гектаром поверхности почвы содержится 2,5 т углерода (в составе углекислого газа). Ежегодно, например, гектар сахарного тростника «добывает» из атмосферы и «включает» в состав массы растений до 8 т углерода. Имеющийся в атмосфере Земли углекислый газ был бы израсходован зелеными растениями за несколько сот лет, если бы он постоянно не возвращался в атмосферу при дыхании живых организмов и разложении растений и мертвых животных. Углерод, содержащийся в торфе, угле, нефти, газе и карбонатных горных породах, также частично возвращается в атмосферу при сжигании топлива и разложении горных пород. Содержание углерода в биосфере и земной коре (до глубины 16 км) приведено в табл. 5.

Если количество содержащегося в атмосфере углерода принять за единицу, то относительное содержание его в других местах составит: в растительности на суше — 0,5; в поверхностных водах — 1,2; в гумусе и торфе — 1,7; в океане и глубоких морях — 5,8 %, в литосфере —  $1,1 \cdot 10^4$ .

Круговорот углерода схематично показан на рис. 8.

Азот из атмосферы поглощается растениями в небольших количествах только в форме соединений с водородом и кислородом (NH<sub>3</sub>, NO). При гниении органических веществ азот переходит в нитраты и аммиак. Во вторичной (животной) продукции азот содержится в виде азотистых белковых соединений, после распада которых он снова поступает в атмосферу. Круговорот его осложняется внесением в почву азотных удобрений и попаданием части азота в осадочные породы. Схема круговорота азота показана на рис. 9.

Синтез белков невозможен без фосфора. В почвах его, как правило, не хватает. Внесение фосфорных удобрений резко увеличивает продуктивность экосистемы. Однако

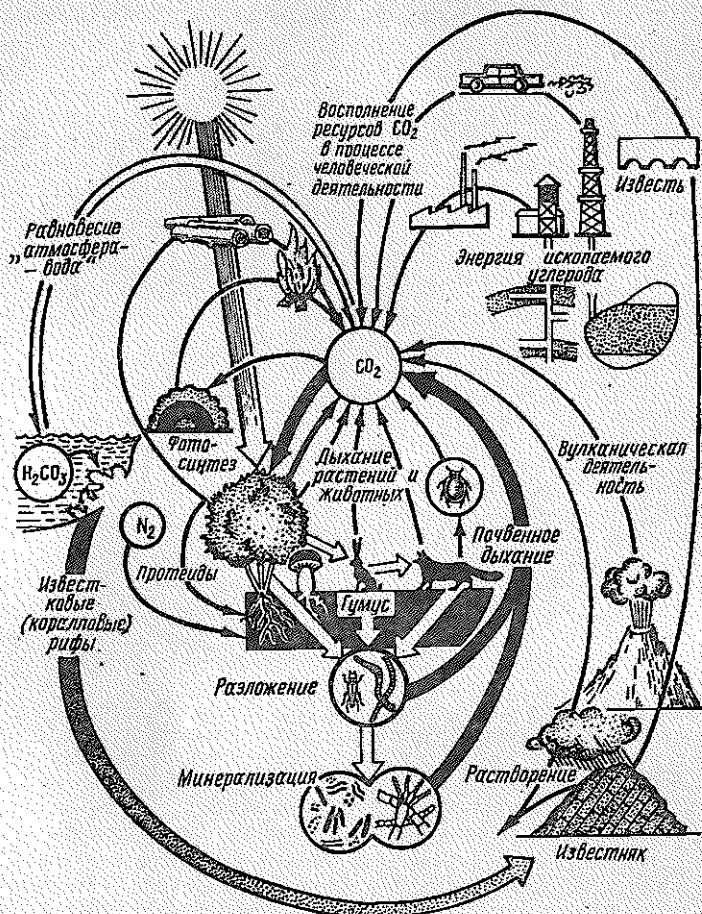


Рис. 8. Схема круговорота углерода (углекислоты)

вследствие попадания фосфора в водоемы происходит цветение водоемов и гибель всего живого от нехватки в воде кислорода. Круговорот фосфора в биосфере показан на рис. 10.

О скорости круговорота веществ биосферы свидетельствуют следующие данные:

CO <sub>2</sub> через фотосинтез	300 лет
O <sub>2</sub> через фотосинтез	2000 >
H <sub>2</sub> O океана через испарение	10 <sup>6</sup> >
N <sub>2</sub> через окисление, фотохимические процессы и биофиксацию	10 <sup>8</sup> >
Вещество континентов через выветривание	10 <sup>8</sup> >

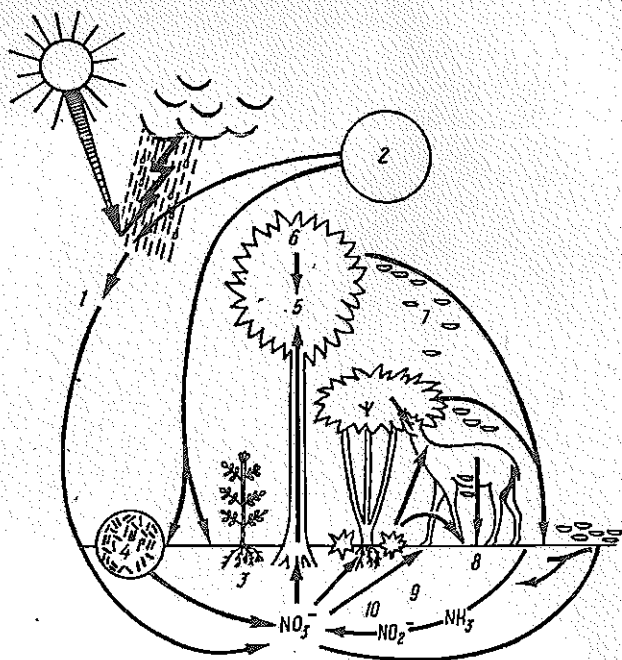


Рис. 9. Схема круговорота азота:

1 — электрохимическое и фотохимическое связывание; 2 — атмосферный азот; 3 — клубеньковые бактерии; 4 — азотфиксирующие бактерии; 5 — синтез белков; 6 — фотосинтез; 7 — опадание листьев; 8 — разложение сапротрофами; 9 — аммонификация; 10 — нитрификация

Схема круговорота основных веществ биосферы показана на рис. 11. Круговорот всех веществ и все процессы в биосфере осуществляются за счет энергии солнечного излучения, которая обеспечивает фотосинтез и накопление органических веществ, необходимых для всех живых организмов.

Существуют основные законы экологии как науки о биосфере Земли в целом [см.: 24, с. 81].

1. Закон всеобщей взаимосвязанности в биосфере (в биосфере все между собой связано). Биосфера Земли — это очень сложная система со множеством взаимосвязанных элементов (каждый биоценоз также представляет систему взаимосвязанных элементов). Основным свойством биосферы и ее подсистем является способность сохранять состояние устойчивого естественного динамического равновесия. Например, в подсистеме «хищник — жертва» сокращение численности жертв вследствие болезни влечет за собой

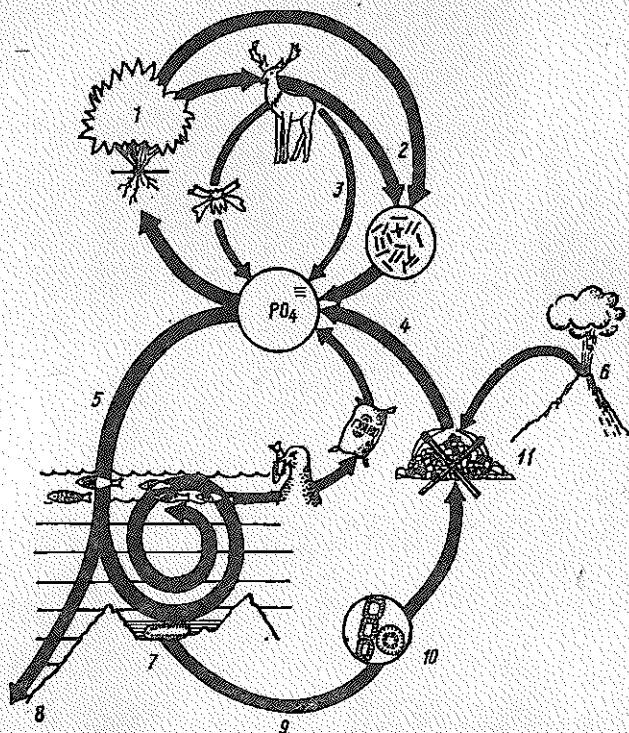


Рис. 10. Схема круговорота фосфора:

1 — накопление фосфора высшими растениями; 2 — разложение органического вещества; 3 — экскременты; 4 — эрозия; 5 — поступление в океан; 6 — вулканический апатит; 7 — осаждение в донных осадках на небольших глубинах; 8 — осаждение в донных осадках на значительных глубинах; 9 — переход в ископаемое состояние; 10 — вовлечение в круговорот диатомовыми водорослями; 11 — использование фосфора людьми

уменьшение числа хищников; это способствует росту численности жертв, что приводит к увеличению популяции хищников и возвращению подсистемы «хищник — жертва» в прежнее состояние.

2. Закон всеобщей сбалансированности (в биосфере не накапливается никаких отходов, все вещества находятся в круговороте). Биосфера и ее подсистемы функционируют таким образом, что продукты жизнедеятельности и останки одних организмов служат источником существования других. В человеческом же обществе производство нужной продукции сопровождается производством отходов, которые накапливаются.

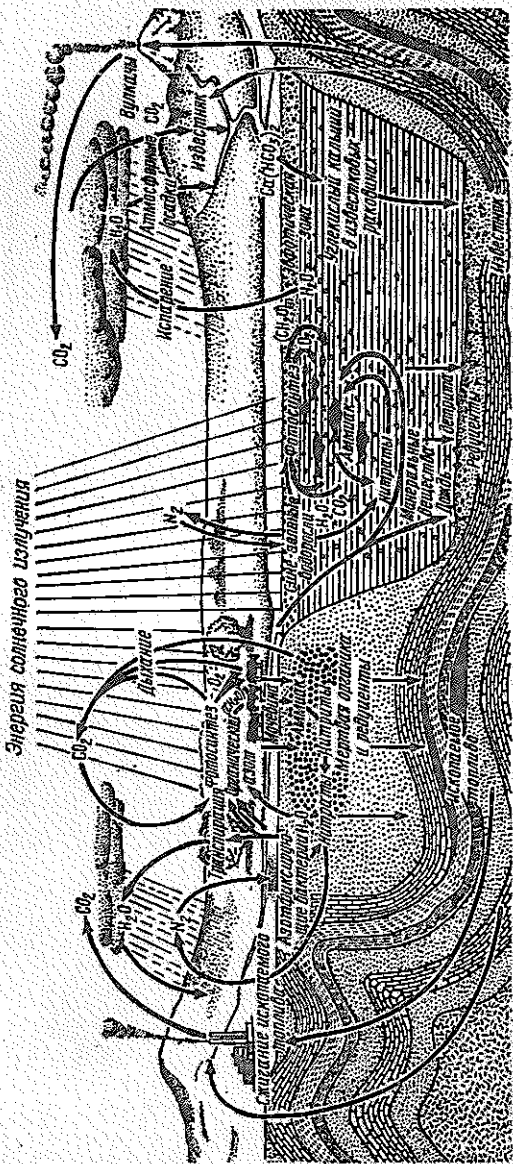


Рис. 11. Схема круговорота основных веществ в биосфере

3. Закон естественной целесообразности всего существующего в биосфере (природа «знает» лучше человека то, что в ней происходит, она сама себя совершенствует, в ней нет ничего лишнего). Для любого органического вещества, создаваемого организмами, в природе существуют соединения, способные разлагать эти вещества. Созданные людьми отходы производства часто не поддаются разложению и накапливаются. Некомпетентное вмешательство человека в происходящие в биосфере процессы часто наносит невосполнимый ущерб природе, приводит к разрушению и гибели естественных структур биосферы.

4. Четвертый закон экологии может быть сформулирован следующим образом: в природе ничто не дается даром. Этот закон сочетает в себе три предыдущих закона. Глобальная экологическая система представляет собой единое целое, в ней ничто не может быть улучшено, выиграно или потеряно (изъятые элементы биосферы должны быть ей возвращены, наносимый ущерб компенсирован).

Из основных законов экологии следует, что всякое воздействие на природу обязательно вызывает последствия в биосфере, которые могут привести к необратимым процессам и вызвать ее разрушение.

Изменение биосферы человеком представляет собой неминуемое изъятие человечеством вещества и изменение физических и химических характеристик биосферы в ходе развития общества. Можно выделить несколько этапов изменения биосферы человечеством, оканчивавшихся экологическими кризисами. Эти этапы следующие: воздействия человечества на биосферу лишь как обычного биологического вида; сверхинтенсивная охота без изменения экосистем в период становления человечества; изменение экосистем через естественно идущие процессы — выпас, усиление роста трав путем их выжигания и тому подобные акции; интенсификация влияния на природу путем распашки и широкой вырубki лесов; глобальное изменение всех экологических компонентов биосферы в целом. Последний этап начался сравнительно недавно — около 300 лет назад (главным образом в последнее столетие).

Изменение человеком биосферы к настоящему времени таково: ежегодное сжигание кислорода достигло 20 млрд. т (12...23 % от вырабатываемого биосферой), масса углекислого газа увеличивается на 70 млрд. т в год. В атмосферу ежегодно выбрасывается: сернистого газа — 150, оксидов азота — 50, оксидов углерода — 300 млн. т и аэрозолей — от 1 до 2,6 млрд. т. Это заметно влияет на тепловой баланс атмосферы.

Загрязнение нефтью гидросферы достигло 2 млн. т в год (нефтяной пленкой покрыто до 25 % поверхности океана).

Лесистость суши сократилась с 75 до 27 %, под угрозой исчезновения находятся 25...30 тыс. видов растений. Истреблено до 400 видов животных и под угрозой уничтожения находятся 1200.

В целом на планете ежегодно из недр земли извлекается и перераспределяется на ее поверхности около 6 км<sup>3</sup> горных пород. В результате строительства городов и других населенных пунктов, по ориентировочным данным, перемещено свыше 86 км<sup>3</sup> пород. В больших объемах каждый год накапливаются бытовые отходы [см.: 24, с. 72—76].

Природа, окружающая нас природная среда становятся все более чувствительными к влиянию на них деятельности людей. Поэтому, чтобы сохранить необходимые для жизни человека свойства природной среды, надо соблюдать величайшую осторожность в общении с природой. Все природные экосистемы, начиная с самой крупной (биосферы) и кончая самой мелкой (элементарной природной экосистемой или природным ландшафтом), представляют собой единый комплекс. Любое, даже случайное и небольшое нарушение человеком этих слаженных природных экосистем может оборвать их связи, состоящие из многих звеньев, временно или навсегда расстроить механизм природы.

#### § 4. Значение охраны и восстановления биосферы

Общественное производство в возрастающей степени использует природные ресурсы.

**П р и р о д н ы е р е с у р с ы** — это естественные ресурсы, часть комплекса природных условий существования человечества и важнейшие компоненты естественной среды, используемые в процессе общественного производства для целей удовлетворения материальных и культурных потребностей общества. (Развернутое определение понятия «природные ресурсы» приведено в словаре). Виды природных ресурсов: энергия солнечного излучения; энергия приливов и отливов; внутреннее тепло Земли; водные ресурсы; земельные ресурсы; минеральные ресурсы; растительные ресурсы; ресурсы животного мира. Одна из классификаций природных ресурсов приведена на рис. 12. Кроме того, природные ресурсы делятся на реальные и потенциальные, элементарные и комплексные.

**Р е а л ь н ы е п р и р о д н ы е р е с у р с ы** — это ресурсы, которые вовлечены в производственный оборот и использу-





Рис. 12. Классификация природных ресурсов

ются на том или ином этапе развития производительных сил и производственных отношений человеческого общества. Примерами реальных природных ресурсов могут служить используемые земли, растения, рыба, нефть, каменный уголь, газ и т. д.

Потенциальные природные ресурсы — это те, которые по каким-либо причинам (главным образом по техническим) в настоящее время не используются или мало используются. К ним можно отнести энергию солнечного излучения, энергию морских приливов и отливов, энергию ветра.

Элементарные (простые) природные ресурсы по своему составу являются однородными. К ним можно отнести кислород, водород, железо, энергию ветра и т. д.

Комплексные (сложные) природные ресурсы состоят из нескольких компонентов. К ним относятся атмосферный воздух, почва, вода, руда, уголь и т. д.

Человек использует природные ресурсы, включая их в производственный оборот. В конечном итоге многие природные ресурсы количественно уменьшаются, а затем полностью могут быть исчерпаны.

Исчерпаемые природные ресурсы — это такие ресурсы, которые на каком-то этапе человеческой деятельности могут быть полностью исчерпаны. Их, в свою очередь, можно разделить на три категории: невозобновимые, относительно возобновимые и возобновимые. *Невозобновимые природные ресурсы* — это те, которые после полного использования их человеком возобновить невозможно. К ним относятся полезные ископаемые. Природе для восстановления исчерпанных полезных ископаемых в недрах потребуются миллионы и миллиарды лет. Исчезнувшие виды зверей, птиц и растений вообще невозобновимы. *Относительно возобновимые природные ресурсы* — это почва и растительность. *Возобновимые* — это естественно восстанавливающиеся ресурсы в ходе природных процессов (животные, растения).

Неисчерпаемые природные ресурсы состоят из трех групп: *космические* — солнечная радиация (энергия солнечного излучения), космические радиоволны, энергия морских приливов и отливов, происхождение которых связано с притяжением Луны и Солнца; *климатические* — атмосферный воздух, энергия ветра; *водные* — используемые человеком для удовлетворения своих физиологических, бытовых потребностей.

*Заменяемые* — те природные ресурсы, которые можно заменить другими, и это может быть экономически более выгодно. Например, постепенная замена обычных минеральных топливно-энергетических ресурсов атомной энергией и энергией солнечного излучения.

*К незаменимым ресурсам* относятся атмосферный воздух, имеющий в своем составе определенное количество кислорода, азота, углекислого газа и др., питьевая вода, а также генетические ресурсы — виды живых организмов.

Природные ресурсы делятся также на четыре группы: неорганические — *космические*, непрерывно поступающие на землю из Космоса (солнечная радиация, метеоритное вещество, космические радиоволны, энергия приливов и отливов); *планетарные*, обусловленные особенностями нашей планеты (атмосферное электричество, гравитация, воздух, вода, горные породы, химические элементы, тепло, климат); *биологические* — растительный и животный мир; *смешанные* — различные природные ресурсы.

Ниже приведены величины некоторых природных ресурсов Земли:

Поступающая на Землю энергия солнечного излучения	20·10 <sup>20</sup> кДж/год
Масса атмосферы	5,2·10 <sup>15</sup> т
Объем гидросферы	1,5 млрд. км <sup>3</sup>
Объем пресной воды	1,2 тыс. км <sup>3</sup>
Ежегодный прирост фитомассы	100...280 млрд. т

Кроме природных ресурсов для существования и развития человечества большое значение имеют экологические и генетические ресурсы. Охрана этих ресурсов жизненно необходима для человеческого общества. В СССР охрана экологических и генетических ресурсов является общегосударственной задачей.

Данные о мировых энергетических ресурсах и удельном их потреблении приведены в табл. 6.

В недрах Земли содержится большое количество тепла. Предполагают, что температура ядра Земли достигает 5000°. Количество тепла, которое содержится в земной коре до глубины 10 км, составляет приблизительно 12,6·10<sup>26</sup> Дж (это эквивалентно содержанию тепла в 4,6·10<sup>18</sup> т угля со средней теплотой сгорания 27,6·10<sup>9</sup> Дж/т). Однако геотермальная энергия в верхней части земной коры является рассеянной, что затрудняет её использование. В настоящее время геотермальная энергия используется в народном хозяйстве разных стран (СССР, Исландии, США, Новой Зе-

Т а б л и ц а 6. Потребление энергетических ресурсов в мире [см.: 21, с. 14]

Виды ресурсов	Мировые энергетические ресурсы, млрд. т (в нефтяном эквиваленте)			
	фактические		прогнозные	
	1970 г.	1980 г.	1990 г.	2000 г.
Нефть	2,149	3,12	3...3,5	4
Природный газ	1,029	1,3	3...4	6...7
Уголь	1,596	1,98	2...2,5	2...3
Гидроэнергия	0,322	0,41	0,5	0,7
Ядерная энергия	0,021	0,16	1,2	1...1,5
Прочие виды энергии	0,455	0,5	0,5	0,8
<i>Всего</i>	5,572	7,47	10...13	14,5...17
Население Земли, млрд. чел.	3,635	4,5	5,7	7,4
Удельное энергопотребление в тоннах нефти в год на человека	1,533	1,66	1,8...2,0	2,0...2,3

Т а б л и ц а 7. Запасы воды и активность водообмена в различных частях гидросферы [см.: 8, с. 116]

Части гидросферы	Объем, тыс. км <sup>3</sup>	Процент от общего объема	Активность водообмена, число лет
Океан	1 370 323	93,96	3000
Подземные воды, все	60 000	4,12	5000
В том числе зоны активно-го водообмена	4 000	0,27	330
Ледники	24 000	1,65	8000
Озера	280	0,019	7
Реки	1,2	0,0001	0,031
Грунтовые воды	85	0,006	1
Пары атмосферы	14	0,001	0,027
Вся гидросфера	1 454 193	100	2800

ландии, Японии, Венгрии, Франции) для отопления жилых домов, обогрева теплиц, производства электроэнергии.

Единовременные запасы воды на Земле и данные об активности водообмена приведены в табл. 7.

Мировые земельные ресурсы и их пригодность для использования характеризуются такими данными: площадь используемых земель составляет 82 млн. км<sup>2</sup> (55 % площади суши, 2,5 га на человека), из них интенсивно используется (застройка, пашни, коммуникации) 22 млн. км<sup>2</sup> (15 % площади суши, 0,63 га на человека). Неиспользуемые земли, не требующие больших затрат для освоения,

составляют 9 млн. км<sup>2</sup> (6 % суши), а пустыни, болота, крутые склоны, лесотундры, пустоши — 36 млн. км<sup>2</sup> (24 % суши). Площадь практически непригодных для обработки земель (ледники, холодные пустыни) равна 22 млн. км<sup>2</sup> (15 % суши).

Еще в каменном веке (палеолите) воздействие человека на природу (охотничество) способствовало полному исчезновению крупнейших травоядных животных — мамонтов, шерстистых носорогов, гигантских оленей. Предполагается, что в результате этого возник первый крупный экологический кризис.

Под экологическим кризисом понимается истощение природных ресурсов и загрязнение окружающей среды, нарушающее существующее равновесие в экологической системе. Первый крупный экологический кризис вынудил людей заняться приручением и разведением диких животных и земледелием (в конце неолита). Большие массивы лесов были вырублены, выжжены и превращены в пахотные земли и пастбища, полностью исчезли некоторые виды животных. В результате чрезмерной эксплуатации земель и пастбищ они истощились и разрушились, превратились в пу-

стыни. В настоящее время многообразное неблагоприятное воздействие людей на природу достигло глобальных масштабов и сопровождается экологическими кризисами.

На биосферу Земли оказывает влияние добыча и растущее использование полезных ископаемых. Особенно в больших объемах добываются и используются уголь, нефть, газ, железная и другие руды. В будущем использование их возрастет в несколько раз.

Основные факторы, влияющие на окружающую среду при производстве электроэнергии, указаны на рис. 13.

Интенсивное преобразование экологических структур биосферы связано с сокращением площади лесов, осушением болот, освоением целинных земель, строительством каналов, плотин, созданием водохранилищ и т. д.; с производством и получением новых, отсутствовавших в биосфере веществ (удобрения, пестициды, моющие средства, искусственные материалы, радиоактивные изотопы и другие); с загрязнением воздуха, воды и почвы.

Современный город с населением в один миллион человек каждые сутки потребляет в среднем 625 тыс. т чистой воды, 2000 т пищевых продуктов, 9500 т топлива (400 т угля, 2800 т нефти, 2700 т газа, 1000 т бензина) и дает такое количество отходов: сточных вод — 500 тыс. т; твердых отходов в сточных водах — 120 т; твердых отходов — 2000 т; веществ, загрязняющих воздух, — 950 т (пыли — 150 т, сернистого газа — 150 т, оксидов азота — 100 т, углеводородов — 100 т и оксидов углерода — 450 т) [см.: 6, с. 10].

Приток в атмосферу и гидросферу тепла от энергетических установок и комплексов вызывает тепловое загрязнение окружающей среды. Это может привести к потеплению климата и вследствие этого — таянию льдов, подъему уровня мирового океана, уменьшению площади суши и другим нежелательным последствиям.

Загрязнение рек, озер, морей и океанов отходами производства уже сейчас обострило проблему чистой воды во многих странах. Воздействие загрязняющих веществ на организм человека показано в табл. 8.

Наше время часто называют веком атомной энергии. Атомная наука, техника и технология быстро развиваются и оказывают влияние на все сферы жизни и деятельности людей, на возможности решения наиболее трудных проблем, стоящих перед человечеством. Атомные двигатели устанавливаются на ледоколах, подводных лодках, разрабатываются ракетные ядерные двигатели. Надежную энергию, получаемую на атомных электростанциях, используют для опреснения воды, теплоснабжения, технологических целей,

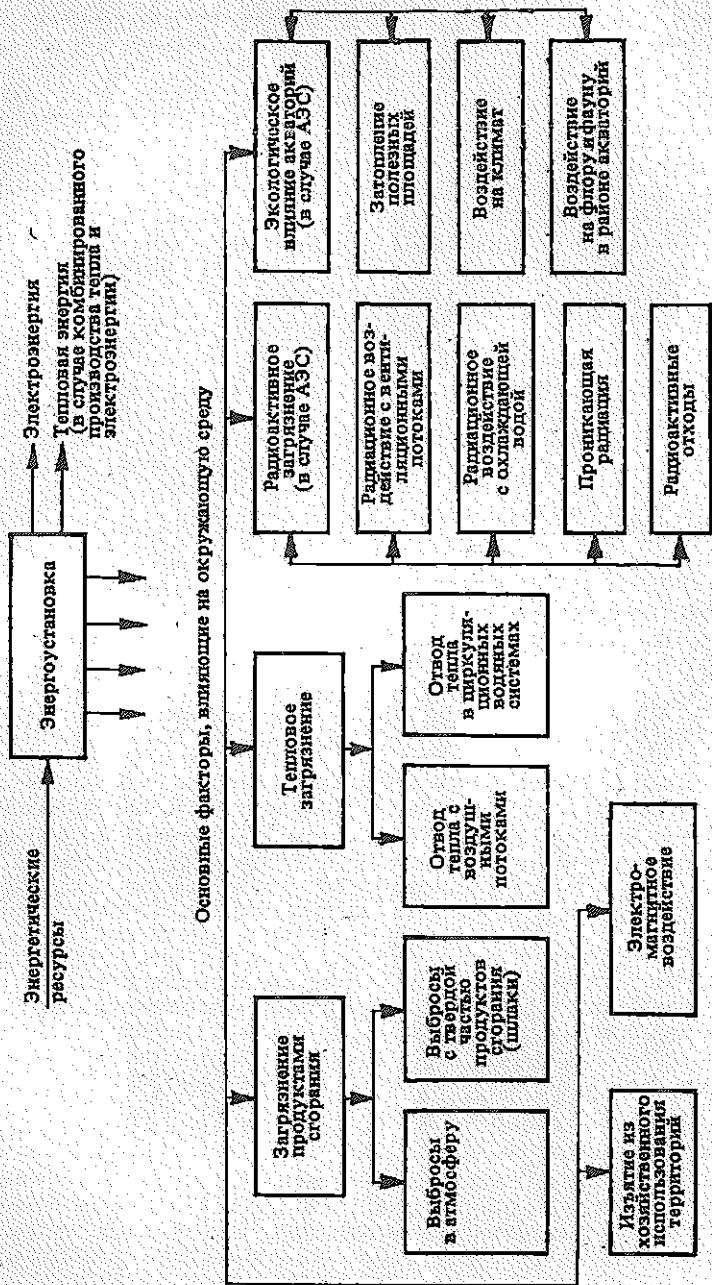


Рис. 13. Основные факторы, влияющие на окружающую среду при производстве электротенергии

Т а б л и ц а 8. Воздействие загрязняющих веществ на организм человека

Вещества	Воздействие на организм человека
<i>Загрязняющие воздух</i>	
Оксиды серы в соединении с дымовыми частицами	Усиливаются имеющиеся заболевания дыхательных путей и появляются новые, нарушаются функции легких
Суспензированные вещества (например, мелкие частицы, содержащие свинец или асбест)	Усиливаются негативные последствия воздействия газообразных загрязняющих веществ, например оксидов серы, могут оказывать токсическое воздействие вследствие химического разложения
Окислители, включая озон	Вызывают раздражение слизистой оболочки глаз и астматическое состояние
Оксид углерода (угарный газ)	Соединяясь с гемоглобином крови, лишает ткани кислорода; особенно чувствительны люди, страдающие заболеваниями дыхательных путей; может воздействовать на психику и при слабых концентрациях
Свинец	Попадая в организм с продуктами питания, из воздуха или с водой, накапливается и вызывает отравление
Асбест (пыль)	Вызывает заболевания легких и плевры
Бериллий	Иногда вызывает отравление
<i>Загрязняющие почву</i>	
Сточные воды	Вызывают инфекционные заболевания
Бытовые отходы	Способствуют возникновению болезней, распространяемых грызунами или насекомыми
Промышленные и радиоактивные отходы	Вызывают заболевания, связанные с накоплением токсичных веществ в пищевых продуктах
Пестициды	Загрязняют пищевые продукты

переработки отходов. Батареи на основе радиоактивных изотопов используются для обеспечения работы искусственных органов человека, в приборостроении. Естественные и искусственные изотопы применяются в химии, медицине, сельском хозяйстве, археологии. Интенсивно ведутся исследования в области термоядерного синтеза.

Биологическое воздействие радиоактивных излучений заключается в том, что, проходя через живое вещество, заряженные частицы сталкиваются с электронами и оставляют за собой шлейф из ионов. При этом происходит разрушение или повреждение молекул живой ткани организма. За единицу поглощенной дозы излучения принята такая доза, при

которой 1 г биологической ткани поглощает энергию, равную  $10^{-5}$  Дж. За счет естественного радиоактивного фона (энергии космического излучения и излучения горных пород) человеком поглощается доза излучения  $10^{-3}$  Гр в год, или 0,07 Гр за всю жизнь. Если человек за короткий промежуток времени получит дозу в 4 Гр, распределенную по всему телу, то вероятность гибели человека составляет 50 % (такая доза считается смертельной). Доза в 2 Гр вызывает лучевую болезнь. Предельно допустимая доза для работающих с источниками излучения равна 0,05 Гр в год, а для населения — 0,005 Гр в год. Необходимо иметь в виду, что любая доза облучения, меньшая предельно допустимой, также опасна для человека и может привести к тяжелым последствиям.

Из анализа факторов, влияющих на биосферу, и последствий этого влияния видна необходимость ее охраны. Отдельные составные части биосферы Земли уже значительно разрушены и потребуются огромные силы и средства для их восстановления. Проблема охраны и восстановления биосферы является одной из наиболее сложных и трудных проблем, которая имеет глобальный характер и может быть решена усилиями всех государств. Решение этой проблемы имеет большое значение и для всех стран мира.

## § 5. Охрана атмосферы

Масса атмосферы составляет  $5,2 \cdot 10^{15}$  т, высота ее равна 2000 км (1/3 радиуса Земли). Эта граница условная, так как молекулы газов обнаружены на высоте 20 тыс. км. В нижнем десятикилометровом слое тропосферы сосредоточено 75 % массы атмосферы. На высоте от 10 до 50 км в атмосфере имеется слой воздуха с повышенным содержанием озона (озоносфера) с максимумом концентрации его на высоте 20...25 км.

Вся растительность земного шара в течение года усваивает из атмосферы  $550 \cdot 10^9$  т углекислого газа и выделяет  $494 \cdot 10^9$  т кислорода. В атмосфере постоянно содержится  $10 \cdot 10^{12}$  т воды в виде пара (в среднем 200 т воды над каждым гектаром поверхности Земли). Количество осадков на поверхности Земли крайне неравномерно и составляет от 0,3—1 мм в год (Судан, пустыня Атакама в Чили) до 12 660 мм в год на востоке полуострова Индостан.

Атмосфера загрязняется аэрозолями, парами, газами, радиоактивными примесями, которые неблагоприятно влияют на живые организмы. Основные загрязняющие ее вещества: взвешенные частицы (мелкая пыль из частиц диамет-



ром до 100 мкм, крупная пыль из частиц диаметром более 100 мкм, «туман» из частиц диаметром 0,01...10 мкм и «дым» из частиц диаметром 0,01...1 мкм), химические соединения (органические, содержащие серу, азотистые, углеродистые, галогенные) и радиоактивные вещества (руды, отходы).

Группой экспертов ООН составлен перечень наиболее вредных для окружающей среды загрязняющих веществ, в который включены: сернистый газ; взвешенные частицы; оксид углерода; оксид азота; фотохимические окислители и реакционноспособные углеводороды; ртуть, свинец, кадмий; хлорированные органические соединения (ДДТ, полихлорированные дифенолы и др.); микротоксины; нитраты, нитриты, нитрозамины; аммиак; микробные загрязнители. Почти все они попадают в атмосферу, почву и воды.

Загрязнения атмосферы могут быть локальными и глобальными, последние характеризуются изменением состава воздуха и накоплением вредных примесей во всей атмосфере. Классификация источников загрязнения атмосферы дана на рис. 14.

Загрязнения атмосферы представляют большую опасность для человека. Дым, пыль и газы способствуют возникновению облачности, уменьшению воздействия ультрафиолетового излучения в 2 раза и более, что ведет к ослаблению организма. Вдыхание пыли с примесью свободного оксида кремния (IV) вызывает заболевания силикозом и другими пневмокониозами. Под действием сернистых газов, соединений азота, хлора, фосфора возникают бронхит, бронхиальная астма и другие болезни дыхательных путей.

Загрязнения атмосферы аналогично влияют на животный и растительный мир. Известны случаи массовых заболеваний и гибели животных. Действие оксида кремния (IV) вызывает замедление фотосинтеза и угнетение корневой системы растений. Под воздействием 0,000001 % сернистого газа, в течение 2 мес желтеет и опадает хвоя в лесах. К загрязнениям атмосферы очень чувствительны большинство сельскохозяйственных культур и зеленые насаждения.

Загрязнение атмосферного воздуха наносит большой экономический ущерб: коррозия металлов, разрушение железобетонных конструкций, памятников архитектуры и др. Вследствие загрязнения и уменьшения растительного покрова возможно изменение и газового состава атмосферы. Наблюдается заметное увеличение в атмосфере углекислого газа. Всего в атмосфере содержится  $2,3 \cdot 10^{12}$  т углекислого газа. Ежегодно поступает в атмосферу  $250 \cdot 10^9$  т углекислого газа, в том числе: в процессе разложения органических веществ —  $198 \cdot 10^9$  т; при вулканических изверже-

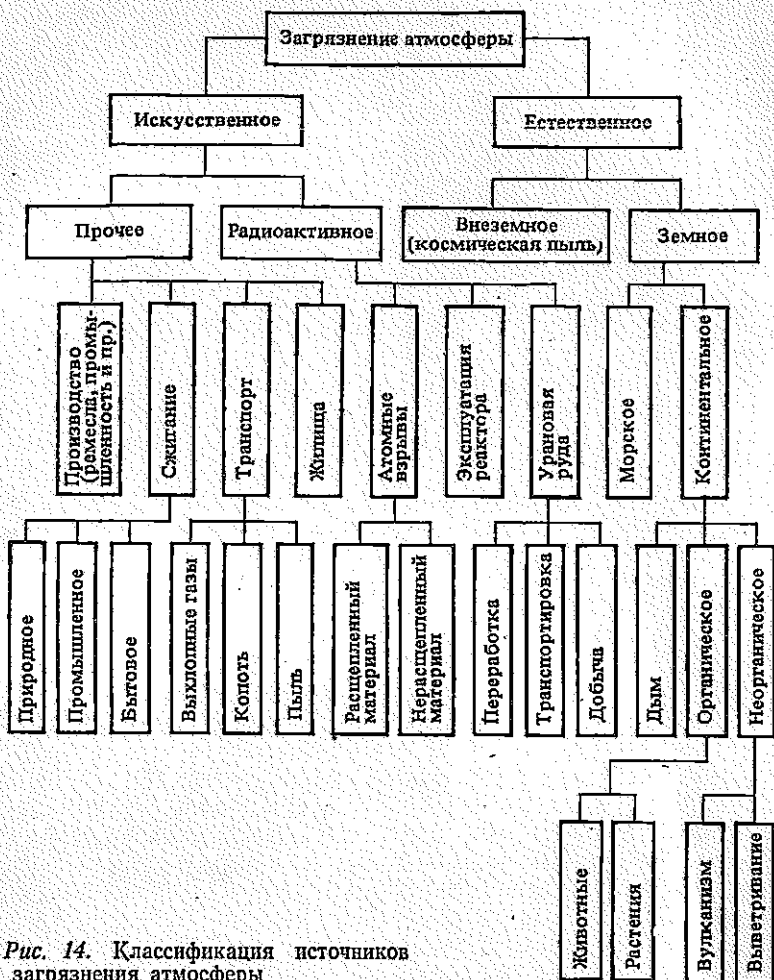


Рис. 14. Классификация источников загрязнения атмосферы

ниях —  $26 \cdot 10^9$  т; при сжигании топлива —  $23 \cdot 10^9$  т; при дыхании людей и животных —  $3 \cdot 10^9$  т, в том числе в процессе фотосинтеза растений  $200 \cdot 10^9$  т. Содержание углекислого газа в атмосфере возрастает: в 1960 г. его было 0,027 %, в 1963 — 0,0323 %, к 2000 г. ожидается 0,04 % по объему. Это может вызвать опасное повышение температуры на Земле из-за парникового эффекта.

Заметно уменьшается содержание в атмосфере кислорода. Очень много кислорода потребляет промышленность. В США потребление кислорода значительно превышает

Т а б л и ц а 9. Предельно допустимое количество загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов [см.: 27, с. 53—56]

Загрязняющие вещества	Предельно допустимое количество, мг/м <sup>3</sup>		Загрязняющие вещества	Предельно допустимое количество, мг/м <sup>3</sup>	
	максимальное разовое	среднесуточное		максимальное разовое	среднесуточное
Оксид азота (IV)	0,085	0,085	Сернистый ангидрид	0,5	0,05
Аммиак	0,2	0,2	Серная кислота (пары)	0,3	0,1
Ацетон	0,35	0,35	Сероводород	0,008	0,008
Пыль нетоксичная	0,5	0,15	Оксид углерода	3	1
Сажа	0,15	0,05	Хлор	0,1	0,03

поступление его от фотосинтеза. При непрерывно растущем потреблении кислорода и уменьшении его выделения за счет фотосинтеза через 100 лет содержание кислорода в атмосфере может достигнуть критического уровня для человека и биосферы в целом (17 % вместо 21 %).

Атмосферный воздух является одним из основных жизненно важных компонентов окружающей среды. Научно-технический прогресс, затрагивающий все стороны жизни общества, высокие темпы развития производства, рост городов, расширяющееся использование атмосферы и возрастающие масштабы воздействия человека на окружающую среду требуют повышения внимания к охране атмосферного воздуха.

В соответствии с Конституцией СССР в интересах настоящего и будущего поколений в СССР принимаются меры для сохранения в чистоте атмосферного воздуха. Государство проводит комплекс научно обоснованных технических, экономических, социальных и иных мероприятий, направленных на предупреждение и устранение загрязнения атмосферного воздуха, других вредных воздействий на него, а также осуществляет международное сотрудничество в этой области. В СССР установлено научно обоснованное предельно допустимое количество (ПДК) загрязняющих веществ в воздухе, они в несколько раз меньше ПДК, принятых в США и других странах. Предельно допустимое количество некоторых веществ в воздухе приведено в табл. 9. Полный перечень загрязняющих веществ приведен в Санитарных нормах проектирования промышленных предприятий. При одновременном содержании в воздухе рабочей зо-

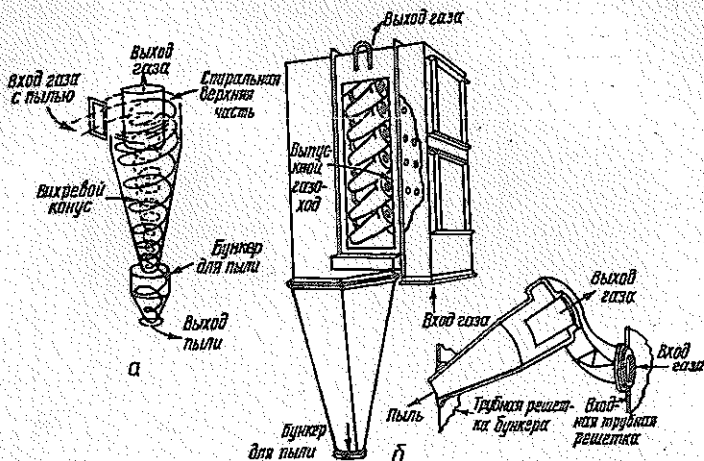


Рис. 15. Устройства для очистки газа:

а — схема одиночного циклона; б — батарея одиночных циклонов

ны нескольких вредных веществ однонаправленного действия сумма отношений фактических концентраций каждого из них ( $C_1, C_2, \dots, C_n$ ) в воздухе помещений к их ПДК (ПДК<sub>1</sub>, ПДК<sub>2</sub>, ..., ПДК<sub>n</sub>) не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1. \quad (3.2)$$

В СССР запрещены проектирование, строительство и ввод в действие новых или реконструированных предприятий без эффективно действующих устройств и установок для пыле-, золо- и газоулавливания. Содержание вредных примесей в воздухе населенных пунктов систематически контролируется органами санитарной инспекции СССР. Создаются автоматические системы контроля примесей в воздухе и сигнализации при превышении ПДК. Большое внимание уделяется правильному планированию, проектированию и размещению населенных пунктов и промышленных предприятий с учетом создания в максимальной степени здоровых условий труда, жизни и отдыха трудящихся. Для очистки воздуха и дымовых газов от взвешенных примесей (зола и сажи) применяются циклоны (рис. 15).

Для сохранения чистоты атмосферного воздуха в нашей стране в плановом порядке осуществляются лесопосадки, озеленение населенных пунктов, всемерное расширение и охрана растительного покрова.

## § 6. Охрана гидросферы

Значение воды для биосферы Земли определяется тем, что она обладает особыми, только ей присущими физическими свойствами, очень важными для геофизических и биологических процессов. Вода является самым лучшим растворителем, имеет самую высокую теплоемкость из всех веществ (кроме аммиака), в воде хорошо растворяются газы.

Без воды невозможна жизнь. Содержание воды составляет в теле человека 67...68 %, в том числе в крови — 75...85 %, в мышцах — 75 %, в костях — 20...40 %. Без пищи человек может прожить сорок дней, без воды — только восемь (при потере организмом 21 % воды наступает смерть).

Без воды на Земле не образовались бы почва и атмосфера. При очень большой теплоемкости воды ( $C_p = 4,19 \times 10^3$  Дж/(кг·К)) моря и океаны являются аккумуляторами тепла и фактором формирования климатических и погодных условий Земли. Водяные пары очищают атмосферу от пыли и вредных примесей. Значение физических свойств воды для биосферы Земли приведено в табл. 10.

Под влиянием энергии солнечного излучения непрерывно происходит круговорот воды, схема которого показана на рис. 16.

Круговорот воды в природе (гидрологический цикл) характеризуется такими числовыми данными. Ежегодное испарение воды составляет: с поверхности океана — 452600 км<sup>3</sup> (1253 мм); с поверхности периферийной (примыкающей к океану) суши — 65 000 км<sup>3</sup> (560 мм); с поверхности замкнутой части суши — 7 500 км<sup>3</sup> (234 мм). Годовое выпадение осадков: над океаном — 411 600 км<sup>3</sup> (1 140 мм); над пери-

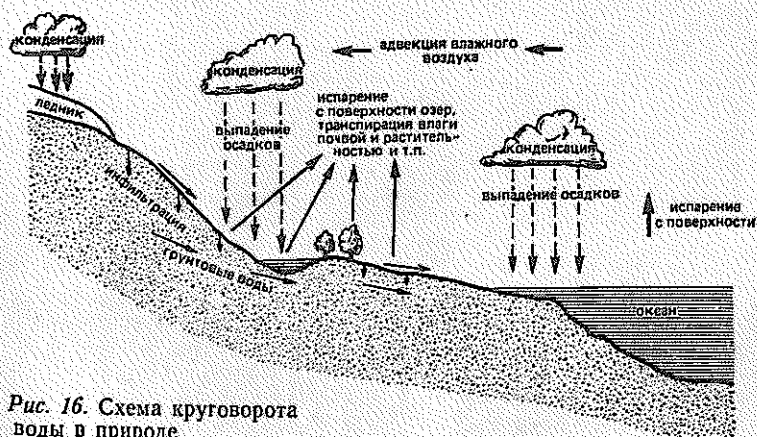


Рис. 16. Схема круговорота воды в природе

Т а б л и ц а 10. Физические свойства воды и их значение для биосферы [см.: 14, с. 13—14]

Физические свойства	Сравнительная характеристика	Роль воды в физических и биологических явлениях, в технологических процессах
Легучесть	Наименьшая среди соединений водорода с элементами подгруппы кислорода	Существенна для физиологии клетки; медленная потеря влажности различными материалами
Плотность	Наибольшая плотность — при 277, 13 К (3,98 °С), в процессе дальнейшего охлаждения плотность уменьшается и вода замерзает	Регулирует температуру по глубине водоемов. В зимний период малотеплопроводный лед защищает водоемы от промерзания
Фазовые переходы	По сравнению с аналогами воды по VI группе периодической системы Д. И. Менделеева ее температура плавления должна быть 163 К (—90 °С) и температура кипения 203 К (—70 °С)	Существенно для биологических явлений; определяет термодинамику производственных процессов, протекающих в водной среде
Теплота плавления	Наиболее высокая, за исключением аммиака	Обуславливает термостатирующий эффект в точке замерзания
Теплота испарения	Наиболее высокая по сравнению с другими веществами	Очень важно для теплового и водного круговорота в атмосфере. Большие затраты тепла на испарение в производственных процессах; экономия возможна при утилизации тепла, выделяющегося при конденсации пара
Теплоемкость	Наиболее высокая из всех твердых и жидких веществ, за исключением аммиака	Термостатирующий эффект в технологических процессах, перенос тепла водными течениями в природе способствует сохранению постоянной температуры
Теплопроводность	Наиболее высокая из всех жидкостей, за исключением аммиака	Используется в теплообменной аппаратуре в процессах малого масштаба (например, происходящих в живых клетках)
Вязкость	Уменьшается с повышением давления в противовес наблюдающемуся обычно у других веществ увеличению в	Важно для гидродинамики водных потоков и осаждения взвешенных веществ

Физические свойства	Сравнительная характеристика	Роль воды в физических и биологических явлениях, в технологических процессах
Поверхностное натяжение	интервале 273...303 К (0...30 °С), при этих же температурах аномально быстро снижается при нагревании	
	Наиболее высокое из всех жидкостей, за исключением ртути	Существенно для физиологии клетки, определяет поверхностные явления в некоторых технологических процессах промышленности
Диэлектрическая проницаемость	Наиболее высокая из всех жидкостей	Оказывает существенное влияние на диссоциацию электролитов

ферийной частью суши — 106 000 км<sup>3</sup> (910 мм) и над замкнутой частью суши — 7 500 км<sup>3</sup> (234 мм). Годовой сток воды составляет: в океан — 41 000 км<sup>3</sup> (350 мм) и в замкнутые водоемы — 830 км<sup>3</sup> (26 мм).

В земной коре содержится 1,3 млрд. км<sup>3</sup> воды (в химически связанном состоянии). В мантии Земли содержится около 15 млрд км<sup>3</sup> воды, химически связанной с породами. Ежегодно с поверхности океанов и суши испаряется более 0,5 млн. км<sup>3</sup> воды и столько же выпадает в виде осадков. В атмосфере содержится 15 тыс. км<sup>3</sup> влаги, которая обновляется 36 раз в год. Благодаря круговороту существуют пресные воды.

В густонаселенных районах мира проблема чистой воды — одна из наиболее острых. В северо-восточных районах США, например, потребность в воде превысила сток всех местных рек, а по всей стране достигла 91 % регулярного стока. Безвозвратные потери составляют 30 % воды, а ежегодный прирост безвозвратного водозабора — около 50 %. Мировое производство ежегодно требует 100 млн. м<sup>3</sup> воды. К 2000 г. на разбавление сточных вод понадобится примерно 9 тыс. км<sup>3</sup> воды в год, т. е. около 50 % всех водных ресурсов. Следовательно, при современной технологии и темпах развития производства все пресные воды на Земле могут быть исчерпаны. Во многих странах уже теперь испытывается острая нехватка воды. Например, в Японии усиленно извлекают грунтовую воду.

Общее водопотребление в СССР в 1980 г. составило 380 км<sup>3</sup> в год, в том числе безвозвратное 170 км<sup>3</sup>. Эти пока-

затели возрастут соответственно к 1990 г. до 560 и 220, а к 2000 г. до 700 и 280 км<sup>3</sup> в год. При этом примерно 60 % общего водопотребления приходится на сельское и рыбное хозяйство и около 30 % — на промышленность.

Водные ресурсы СССР огромны. Годовой сток рек составляет 4500 км<sup>3</sup> или около 20 тыс. м<sup>3</sup> воды на одного жителя (в Норвегии — 104, в Бразилии — 51, США — 16). Только в озере Байкал содержится 23 тыс. км<sup>3</sup> самой лучшей в мире пресной воды, т. е. 20 % годового стока всех рек мира. Большие запасы воды в озерах Иссык-Куль, Балхаш, Ладожском, Онежском и других. Имеется около 150 крупных водохранилищ общим объемом более 100 млн. м<sup>3</sup>. Колоссальные запасы артезианских вод имеются в Западной Сибири. Однако пресные воды в СССР распределены неравномерно. В европейской части населения — 70 %, а запасов воды — 25 %. Не хватает пресной воды в Крыму, Донбассе и других районах. В связи с этим построены каналы Южно-Украинский, Днепр — Донбасс и др. По мере развития народного хозяйства потребности в воде быстро возрастают.

Самый крупный водопотребитель в нашей стране — сельское хозяйство. Для производства 1 кг сухой растительной массы необходимо 200...1000 м<sup>3</sup> воды. Растения расходуют 3500 км<sup>3</sup> воды — 1/3 годового объема осадков. За период вегетации 1 га кукурузы испаряет воды 3 тыс. т, капусты — 8, риса — 20 тыс. т. На орошение 1 га посева затрачивается в среднем 12...15 тыс. м<sup>3</sup> воды.

Для промышленности вода так же необходима, как и другие природные ресурсы: при выплавке 1 т стали расходуется 250...300 м<sup>3</sup>, при производстве 1 т бумаги — 550...730, а 1 т вискозного волокна — 470...1080 м<sup>3</sup> воды.

Полное потребление воды в сельском хозяйстве возросло на земном шаре с 350 км<sup>3</sup> в 1900 г. до 2100 км<sup>3</sup> в 1975 г. и увеличится до 3400 в 2000 г. За тот же период промышленное водопотребление возросло с 30 км<sup>3</sup> до 630 и к 2000 г. увеличится до 1900 км<sup>3</sup>.

Потребление воды населением занимает особое место. В быту потребляется 300...650 л воды в сутки на человека. Ежегодно из рек забирается 2500 км<sup>3</sup> воды (6 % годового стока рек мира). Только на водоснабжение расходуется 600 км<sup>3</sup> воды, в будущем эта цифра может возрасти в 10 раз. Поэтому проблема рационального комплексного использования и охраны водных ресурсов является одной из важнейших научно-технических проблем.

Основную угрозу нехватки чистой (пресной) воды создает загрязнение природных вод. Все вещества, загрязняю-



Т а б л и ц а 11. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов санитарно-бытового водопользования [см.: 27, с. 82—88]

Вещества	ЛПВ	ПДК, мг/л	Вещества	ЛПВ	ПДК, мг/л
Ртуть	Токсикологический	0,005	Цинк	Общесанитарный	1
Свинец	»	0,1	Керосин	Органолептический	0,1
Аммиак	Общесанитарный	2,0	Железо	»	0,5

щие воды, делятся на три группы: физические (песок, ил, шлам, взвешенные твердые частицы, радиоактивные вещества, вещества, изменяющие цвет воды); химические (кислоты, щелочи, соли, пестициды, моющие средства, фенолы, другие химические соединения); биологические (бактерии, вирусы, водоросли).

Внутренние водоемы загрязняются промышленными и бытовыми сточными водами, а воды морей и океанов, кроме того, мусором и нефтью.

В СССР для предотвращения загрязнения вод были приняты специальные постановления Совета Министров СССР об охране вод Каспийского моря, бассейна реки Волги, озера Байкал. Утверждены научно обоснованные предельно допустимые концентрации вредных веществ в водоемах санитарно-бытового водопользования, которые приведены в санитарных нормах. Все вредные вещества составляют три комплекса веществ с разными лимитирующими признаками вредности (ЛПВ):

1. Вещества с санитарно-токсикологическим ЛПВ (все токсичные вещества).

2. Вещества с общесанитарным ЛПВ (этот показатель учитывает влияние веществ на способность вод к самоочищению от органических примесей).

3. Вещества с органолептическим ЛПВ (этот показатель учитывает влияние вещества на запах, привкус и цвет воды).

Лимитирующие признаки вредности и предельно допустимые концентрации некоторых веществ указаны в табл. 11.

В соответствии с постановлением Совета Министров СССР от 4 сентября 1959 г. «Об усилении государственного контроля за использованием подземных вод и о мероприятиях по их охране» бурение скважин на воду и строительство водозаборных сооружений допускается только с разрешения Госгортехнадзора по согласованию с санитарным и водным надзором. Постановлением Совета Министров СССР от 22 апреля 1960 г. «О мерах по упорядочению использо-

Т а б л и ц а 12. Требования к качеству воды в водотоках и водосточниках в районах крупных городов [см.: 26, с. 77]

Показатели состава и свойств водоема или водотока	Категории водопользования	
	Хозяйственно-питьевое водоснабжение	Водоемы в черте населенных мест, в зонах отдыха и спорта
Взвешенные вещества	Не более 0,25 мг/л	Не более 0,75 мг/л
Плавающие примеси	На поверхности водоема не должны обнаруживаться плавающие пленки, пятна минеральных масел и скопление других примесей	То же
Запахи, привкусы	Не более 2 баллов	То же
Температура	Летняя температура воды в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3 К (3 °С) по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года	То же
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике воды толщиной 20 см	Не должна обнаруживаться в столбике воды толщиной 10 см
Реакция	Не должна выходить за пределы (6,5...8,5) рН	Не должна обнаруживаться в столбике воды толщиной 10 см
Растворенный кислород	Не менее 4 мг/л	То же
Биохимическая потребность в кислороде (БПК)	Не более 3 мг/л	Не более 6 мг/л
Возбудители заболеваний	Вода не должна содержать возбудителей заболеваний	То же
Ядовитые вещества	Не должны содержаться в концентрациях, способных прямо или косвенно оказать вредное действие на организм и здоровье людей	То же

вания и усилению охраны водных ресурсов СССР» запрещены ввод в действие предприятий, проектирование, строительство и эксплуатация промышленных объектов без эффективно действующих сооружений для очистки и обезза-

раживания вод. Ни один объект не может быть принят в эксплуатацию без разрешения органов Госсанинспекции.

Согласно Основам водного законодательства СССР и союзных республик не допускается строительство оросительных и обводнительных систем, водохранилищ и каналов до проведения предусмотренных проектами мероприятий, предотвращающих затопление, подтопление, заболачивание, засоление земель и эрозию почв. Водозаборные сооружения должны иметь рыбозащитные устройства.

Все воды (водные объекты) подлежат охране от загрязнения, засорения и истощения, которые могут причинить вред здоровью людей, а также повлечь уменьшение рыбных запасов, ухудшение условий водоснабжения и другие неблагоприятные явления вследствие изменения физических, химических, биологических свойств вод, снижения их способности к естественному очищению, нарушению гидрогеологического режима.

Сброс сточных вод допускается лишь с соблюдением требований Основ водного законодательства. Предприятия, организации и учреждения обязаны не допускать загрязнения и засорения поверхности водосбросов, ледяного покрова водоемов и поверхности ледников, предотвращать попадание в водоемы удобрений и токсичных веществ. Министерством здравоохранения и Министерством рыбного хозяйства СССР утверждены Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами. В них установлены общие требования к качеству воды в водотоках и водоемках в районах крупных городов (табл. 12). В соответствии с Правилами запрещается сброс нечистот и нефтепродуктов в воды, тепловое загрязнение вод, предусмотрена охрана заповедных водных объектов (типа озера Байкал), строгое соблюдение ПДК вредных веществ в водоемах. Технологические процессы должны переводиться на замкнутое водоснабжение. При планировании, проектировании и размещении объектов промышленности и жилья необходимо учитывать охрану вод от загрязнений, применять механическую, химическую и биологическую очистку сточных вод.

## § 7. Охрана недр

Месторождения полезных ископаемых в недрах земли — важнейшая составная часть естественных производительных сил.

Недра — это часть природной среды, которая представляет собой пространство под земной поверхностью, заполнен-

Таблица 13. Запасы ископаемого топлива в земных недрах [см.: 31, с. 18]

Топливо	Запасы в земных недрах, тонн условного топлива	
	потенциальные	доступные для извлечения
Уголь	$11 \cdot 10^{12}$	$2,9 \cdot 10^{12}$
Нефть	$0,7 \cdot 10^{12}$	$0,35 \cdot 10^{12}$
Газ	$0,2 \cdot 10^{12}$	$0,15 \cdot 10^{12}$
<i>Итого</i>	$11,9 \cdot 10^{12}$	$3,4 \cdot 10^{12}$

ное органическими и неорганическими веществами, находящимися в твердом, жидком или газообразном состоянии, в простейших структурах или в сложных соединениях. Недра являются источником минерального сырья, топлива, строительных материалов. Они служат фундаментом рельефа поверхности, основанием географических ландшафтов, базисом для устройства подземных

сооружений и коммуникаций.

Под охраной недр понимается комплекс мероприятий, направленных на наиболее полное извлечение из недр и использование полезных ископаемых. К охране недр относится также охрана участков недр, используемых для целей, не связанных с добычей полезных ископаемых, и обеспечение сохранности естественных объектов и всех сооружений в недрах Земли.

Природные богатства недр — это запасы различных полезных ископаемых, являющихся сырьем для промышленности, источником для получения энергии, удобрений для повышения плодородия почв. Подземные воды используются для бытовых нужд, в лечебных целях, в промышленности и сельском хозяйстве. Расширяется перспектива применения термальных вод. Повышается значение недр как пространственного базиса размещения различного рода хранилищ и сооружений, места захоронения отходов производства.

Разведанные запасы полезных ископаемых в недрах Земли огромны, величина их непрерывно уточняется в процессе геолого-разведочных работ. Особенно богаты полезными ископаемыми недра СССР, а также некоторых других стран: нефтью и газом — Алжира, Ливии, стран Ближнего и Среднего Востока; железными рудами — Канады и Австралии; медными и никелевыми рудами — США, Перу; молибденовыми рудами — США и Канады и т. д. Мировые запасы основных полезных ископаемых составляют: угля — 14,3 трлн. т (в том числе каменного — 9,4 трлн. т); нефти — 52300 млрд. м<sup>3</sup>; газа — 325000 млрд. м<sup>3</sup>; железной руды — 350 млрд. т.

Объемы использования полезных ископаемых достигли больших размеров и постоянно возрастают. В топливно-

Таблица 14. Запасы ископаемых углей по континентам [см.: 10, с. 39]

Континенты	Типы углей	Запасы углей					
		Общие геологические		Разведанные			
		млрд. т	%	всего		достоверные	
млрд. т	%			млрд. т	%		
Европа	Каменные	1020	11	435	18	231	24
	Бурые	326	7	144	11	87	28
	Все	1346	9	579	16	318	23
Азия	Каменные	5933	63	757	32	213	22
	Бурые	2176	44	195	14	106	33
	Все	8109	57	952	26	319	24
Африка	Каменные	244	3	117	5	66	3
	Бурые	2	0	0	0	0	0
	Все	246	2	117	3	66	5
Америка	Каменные	2003	21	817	35	481	48
	Бурые	2248	46	894	66	72	23
	Все	4251	30	1711	46	553	40
Австралия, Океания	Каменные	230	2	230	10	42	3
	Бурые	129	3	115	9	68	16
	Все	359	2	345	9	110	8
Мир в целом	Каменные	9428	100	1356	100	1033	100
	Бурые	4883	100	1348	100	334	100
	Все	14311	100	3705	100	1367	100

энергетическом балансе мира в 1980 г. нефть составляла 45 %, уголь — 25 %, газ — 19 %, гидроэнергия — 7 %, ядерная энергия — 3 %, другие источники — 1 %.

Оценка запасов ископаемого топлива в недрах Земли дана в табл. 13.

Сводные данные на 1980 г. о запасах ископаемых углей по континентам представлены в табл. 14. Данные о планируемых объемах добычи полезных ископаемых и производства некоторых видов продукции в СССР приведены в табл. 15.

Наша страна занимает первое место в мире по разведанным запасам угля, железных и марганцевых руд, калийных солей, асбеста и других полезных ископаемых. Общие геологические запасы углей в СССР составляют 6,8 трлн. т (почти половина мировых запасов). Они сосредоточены в 25 угольных бассейнах и более чем 650 отдельных месторождениях. Однако распределение запасов угля и его добыча по территории страны неравномерны. В европейской части СССР, где размещен основной промышленный потенциал страны, сосредоточено только 10 % запасов угля. Поэто-

Т а б л и ц а 15. Достигнутый уровень и планирование добычи угля, газа, нефти, производства электроэнергии и проката черных металлов в СССР

Полезное ископаемое и производимая продукция	1985 г.	1986 г.	1990 г.
Уголь, млн. т	726	733,9	780...800
Газ, млрд. м <sup>3</sup>	643	—	835...850
Нефть, газ, конденсат, млн. т	595	616,7	625...640
Электроэнергия, млрд. кВт·ч	1545	1605	1840...1880
Прокат черных металлов, млн. т	108	111,1	116...119

му большое количество угля ежегодно перевозится из восточных районов в европейскую часть страны.

Основные разведанные запасы угля находятся в РСФСР (70 %), на Украине (около 20 %) и в Казахстане (8 %). В Узбекистане, Киргизии, Таджикистане и Грузии залегает 2...5 % общесоюзных запасов угля.

Среди угольных бассейнов страны особое место занимает Донбасс. Территория его простирается от Дона до Днепра. По запасам угля (141 млрд. т) Донбасс занимает седьмое место среди угольных бассейнов СССР. В Донбассе добывается более 200 млн. т угля подземным способом, работают сотни угольных шахт, в том числе наиболее глубокие шахты (глубиной 1000 м и более).

На территории Московской и соседних с ней областей пласт бурого угля залегает на небольшой глубине (до 300 м). Запасы пласта оцениваются в 15,5 млрд. т. Около 70 шахт и 4 разреза дают более 25 млн. т бурого угля ежегодно. В дальнейшем добыча угля будет развиваться в Тульской и Калужской областях.

Печорский бассейн является самым крупным угольным бассейном в европейской части СССР. В его недрах залегает более 265 млрд. т каменного угля, из них десятки миллиардов тонн пригодны для коксования. В этом бассейне добывается около 30 млн. т угля, в будущем добыча будет возрастать. Печорский бассейн является основным поставщиком энергетических и коксующихся углей в северные и центральные районы страны.

На Урале главными бассейнами являются Кизеловский, Челябинский и Южно-Уральский бассейны (запасы соответственно 0,7; 1,1 и 1,6 млрд. т). Потребность в топливе на Урале быстро растет. Десятки миллионов тонн угля ежегодно доставляются сюда из Кузбасса и Казахстана. Поэтому в освоенных бассейнах наращивается добыча топлива, раз-

вертываются поиски новых угленосных площадей. Начато изучение крупного Сосьвинско-Салехардского бассейна на Полярном Урале, где несколько месторождений пригодны для открытой разработки.

В Карагандинском бассейне (запасы 45 млрд. т) добыча угля достигла почти 50 млн. т в год. Коксующиеся угли поступают на металлургические заводы Казахстана, Урала, в другие районы страны. На крупных шахтах этого бассейна достигнут самый высокий уровень механизации и автоматизации в стране. Средняя мощность шахт в бассейне вдвое выше, чем в целом в стране.

Экибастузский бассейн дает самый дешевый уголь в стране. Здесь под каждым квадратным километром поверхности залегает 150 млн. т угля (всего 9,6 млрд. т). Угольный пласт мощностью до 200 м пригоден для открытой разработки. В бассейне действует самый крупный в стране угольный разрез «Богатырь» годовой мощностью 50 млн. т и добывается более 80 млн. т угля в год. Уголь поступает на Урал и во многие районы Казахстана. В бассейне строятся тепловые электростанции для производства и передачи электроэнергии в центральные районы страны. Кроме Экибастузского, в Казахстане есть еще другие бассейны, пригодные для открытой разработки месторождений.

В Средней Азии имеются сотни небольших угольных месторождений, но почти все они расположены высоко в горах, что затрудняет их освоение. На нескольких десятках шахт и разрезов здесь добывается 10 млн. т угля в год. Наиболее крупный разрез — Ангренский. Угольная промышленность Средней Азии быстро развивается. Будут освоены каменноугольные месторождения Узгенского бассейна в Киргизии, ряд месторождений Таджикистана. Это позволит сократить доставку топлива из Караганды и Кузбасса.

Почти 640 млрд. т высококачественного каменного угля содержится в недрах Кузнецкого бассейна. Благоприятные горно-геологические условия разработки позволили довести добычу угля до 150 млн. т., из них 45 млн. т добывается открытым способом. Уголь Кузбасса — основа Урало-Кузнецкого угольно-металлургического комплекса. Отсюда уголь отправляется также в Казахстан, Среднюю Азию, в районы европейской части страны. В дальнейшем уголь будет добываться преимущественно в разрезах мощностью 10...15 млн. т в год и более. Начато строительство разреза «Талдинский» мощностью 30 млн. т в год.

Канско-Ачинский бассейн, простирающийся на сотни километров от Кузбасса на западе до Красноярска и Канска на востоке, имеет около 638 млрд. т малозольных бурых

углей. Пласты мощностью 30...50, а местами до 100 м залегают неглубоко, более 140 млрд. т угля можно добыть открытым способом. Освоение бассейна только начинается. Сейчас он дает около 40 млн. т угля в год. Здесь может быть построено несколько сверхкрупных разрезов суммарной мощностью 250...350 млн. т. В бассейне можно добывать до 1 млрд. т в год твердого топлива и обеспечить потребность в нем не только Сибири, но и европейской части СССР.

Почти на 500 км протянулся вдоль Ангары Иркутский бассейн, содержащий более 76,5 млрд. т высококачественных каменных и бурых углей. Часть запасов (14,4 млрд. т) пригодна для открытой разработки. Это один из перспективных сибирских бассейнов, в котором сейчас добывается более 20 млн. т угля в год.

Свыше 40 млрд. т высококачественных коксующихся углей заключают недра Южно-Якутского бассейна. На Нерюнгринском месторождении построен разрез, который будет давать 13 млн. т угля в год. Ведется разведка новых месторождений, пригодных для открытой разработки. Особенно перспективны Алдано-Чульманский и Токинский районы. Вдоль трассы БАМа обнаружено несколько угленосных площадей.

Исследование угольных богатств полуострова Таймыр только начинается. На Пясинском месторождении пробурена первая скважина, вскрывшая несколько десятков пластов мощностью от 1 до 15 м. Общие геологические запасы бассейна — 217 млрд. т. Перспективно и Черноярское месторождение на востоке Таймыра. Если подтвердятся прогнозы геологов о наличии в недрах полуострова нескольких сотен миллиардов тонн высококачественных углей (в том числе и коксующихся), то после освоения бассейна таймырский уголь будет транспортироваться по Северному морскому пути в европейскую часть страны.

На территории Советского Союза находятся два самых крупных в мире угольных бассейна — Тунгусский (общие геологические запасы 2,3 трлн. т) и Ленский (1,6 трлн. т). Это бассейны будущего. Геологам предстоит обследовать огромные территории и выявить наиболее перспективные угольные месторождения, пригодные в первую очередь для открытой разработки.

На территории Украинской ССР, кроме Донбасса, находятся крупные угольные и рудные бассейны.

В Львовско-Волинском бассейне общие запасы каменного угля равны 2,4 млрд. т, кондиционные — 1,2 млрд. т (57 % общих запасов), из них 25 % углей пригодны для коксования.



В Днепровском бассейне общие запасы бурых углей составляют 5,8 млрд. т, кондиционных — 3,6 млрд. т (62 % всех запасов). К перспективным для освоения в первую очередь отнесены 0,42 млрд. т. Кондиционными являются запасы бурого угля в пластах мощностью 2 м с зольностью до 40 %.

Криворожский железорудный бассейн — один из крупнейших в СССР. Промышленные запасы железных руд составляют 17,3 млрд. т. Богатые руды добываются подземным способом. Для добычи открытым способом и переработки бедных руд были сооружены и действуют крупные горно-обогатительные комбинаты (Южный, Новокриворожский, Центральный, Северный, Ингулецкий). Железные руды добываются подземным способом в Керченском железорудном бассейне (Камыш-Бурунский железорудный комбинат), на Белозерском месторождении железных руд (Запорожский железорудный комбинат). На месторождении железных руд в районе Кременчуга сооружается Днепровский ГОК.

В Никопольском бассейне марганцевых руд сосредоточена основная часть добычи марганцевых руд в СССР (марганцевые руды добываются здесь как открытым, так и подземным способами).

Недра Украинской ССР богаты и другими полезными ископаемыми (каменные и калийные соли, граниты, лабрадориты, минеральные воды и др.).

Сфера применения угля непрерывно расширяется. Созданы установки для получения из угля синтетического и газообразного топлива, ценного сырья для химической промышленности.

Добыча угля, нефти, газа и других полезных ископаемых увеличивается. Поэтому охрана недр является актуальной как для всего мира, так и для СССР.

Основой для использования и охраны недр в СССР является государственная собственность на недра, при которой имеются условия для планового, рационального, комплексного пользования недрами, правильного размещения производительных сил страны и достижения высоких темпов развития народного хозяйства. При непрерывном росте потребления минерального сырья в народном хозяйстве необходимо обоснованное, эффективное использование полезных ископаемых, бережное отношение к богатствам недр.

Должны быть обеспечены возрастающие потребности страны в минеральном сырье и сохранение природных богатств для будущих поколений.

Недра СССР предоставляются только в пользование. В СССР они составляют единый государственный фонд недр, в который входят как используемые, так и неиспользуемые части недр.

Для геологического изучения (получения данных о строении недр, процессах, протекающих в них, оценки месторождений полезных ископаемых, изучения закономерностей их формирования и размещения, выяснения условий их разработки) и использования недр в целях, не связанных с добычей полезных ископаемых, недра предоставляются в пользование на основании специальных разрешений, выдаваемых государственными органами.

Для строительства и эксплуатации подземных сооружений и для других целей, не связанных с добычей полезных ископаемых, недра предоставляются в пользование в порядке, устанавливаемом законодательством.

Для добычи полезных ископаемых недра передаются в пользование на основании горного отвода, предоставляемого органами государственного горного надзора. Горные отводы для разработки месторождений общераспространенных полезных ископаемых предоставляются исполнительными комитетами районных (городских) Советов народных депутатов и подлежат регистрации в органах государственного горного надзора.

Пользователи недр обязаны обеспечивать: полноту геологического изучения, рациональное и комплексное использование и охрану недр; безопасное ведение работ, связанных с использованием недр; охрану атмосферного воздуха, земель, лесов, вод и других объектов окружающей природной среды, а также зданий и сооружений от вредного влияния горных работ; сохранность заповедников, памятников природы и культуры; приведение нарушенных земельных участков в состояние, безопасное и пригодное для использования в народном хозяйстве.

Оценивают месторождения и подсчитывают запасы на основе утвержденных кондиций на минеральное сырье, которые разрабатываются с учетом использования основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых, а также содержащихся в них ценных компонентов.

Пользователи недр, осуществляющие их геологическое изучение, обязаны обеспечивать: рациональное, научно обоснованное и эффективное изучение недр; полноту изучения геологического строения недр; достоверность определения количества и качества запасов методами и способами, исключающими потери полезных ископаемых и снижение их качества; размещение извлекаемых из недр горных пород и

полезных ископаемых, исключаящее их вредное влияние на окружающую среду; сохранность разведочных горных выработок и буровых скважин, которые могут быть использованы при разработке месторождений и в иных целях; сохранность геологической документации, образцов горных пород и руд, керна, проб полезных ископаемых, которые могут быть использованы в будущем.

Горнодобывающие предприятия проектируются только после утверждения запасов полезных ископаемых и передачи месторождений для промышленного освоения. Места расположения горнодобывающих предприятий или подземных сооружений до начала проектных работ согласовываются с исполкомами Советов народных депутатов, органами Госгортехнадзора и другими организациями. В проектах горнодобывающих предприятий должны быть предусмотрены: размещение всех сооружений на месторождениях полезных ископаемых, обеспечивающее наиболее рациональное и эффективное их использование; способы вскрытия и системы разработки месторождений и технологические схемы переработки (подготовки) минерального сырья, которые обеспечат полное извлечение запасов основных и совместно с ними залегающих полезных ископаемых, а также использование содержащихся в них компонентов; рациональное использование вскрышных пород; складирование и сохранение попутно добываемых и временно не используемых полезных ископаемых, а также отходов производства, содержащих полезные компоненты; геологическое изучение недр в процессе строительства и эксплуатации предприятий и составление необходимой документации; меры, обеспечивающие безопасность населения, охрану недр и других объектов окружающей природной среды.

Разработку месторождений полезных ископаемых необходимо вести в соответствии с утвержденными проектами, планами развития горных работ, правилами технической эксплуатации, которые утверждаются по согласованию с Госгортехнадзором СССР. При разработке месторождений полезных ископаемых должно быть обеспечено: применение наиболее рациональных и эффективных методов добычи полезных ископаемых, извлечение полезных компонентов, недопущение сверхнормативных потерь и разубоживания полезного ископаемого, выборочной обработки богатых участков месторождений, приводящей к потерям запасов; доразведка месторождений, проведение маркшейдерских работ, ведение необходимой технической документации, учет состояния и движения запасов, потерь и разубоживания полезных ископаемых; недопущение порчи разрабатываемых

и соседних с ними месторождений в результате горных работ и сохранение консервируемых в недрах запасов полезных ископаемых; сохранение и учет попутно добываемых, временно не используемых полезных ископаемых, отходов производства, содержащих полезные компоненты: рациональное использование вскрышных пород и отходов производства, правильное их размещение; безопасность людей, охрана недр и других объектов окружающей среды, зданий и сооружений.

Основными требованиями в области охраны недр являются: обеспечение полного и комплексного их геологического изучения; соблюдение установленного порядка предоставления недр в пользование, недопущение самовольного пользования недрами; наиболее полное извлечение из недр и рациональное использование запасов полезных ископаемых и содержащихся в них компонентов; недопущение вредного влияния горных работ на сохранность запасов полезных ископаемых; охрана месторождений от затопления, обводнения, пожаров и от других воздействий, снижающих качество полезных ископаемых, ценность месторождений или осложняющих их разработку; предупреждение самовольной застройки площадей залегания полезных ископаемых и соблюдение установленного порядка использования их для других целей; предотвращение вредного влияния работ, связанных с использованием недрами, на сохранность горных выработок и подземных сооружений; предотвращение загрязнения недр при подземном хранении нефти, газа, захоронении вредных веществ и отходов производства, сбросе сточных вод.

Редкие геологические обнажения, скопления минералов, палеонтологические объекты и другие участки недр, имеющие особую научную или культурную ценность, объявляются заповедниками, памятниками природы или культуры. В случае обнаружения при пользовании недрами редких геологических обнажений и минералогических образований, метеоритов, палеонтологических, археологических и других объектов, представляющих интерес для науки и культуры, пользователи недр обязаны приостановить работы и сообщить об этом заинтересованным государственным органам.

Система органов контроля за охраной недр и правильностью эксплуатации месторождений полезных ископаемых включает в себя Государственный комитет СССР по надзору за безопасным ведением работ в промышленности (Госгортехнадзор СССР), государственные комитеты по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору союзных республик (Госгортехнадзор

РСФСР, Госгортехнадзор УССР и т. д.) и подчиненные им управления округов по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору. В составе управлений округов имеются горно-технические инспекции по охране недр и маркшейдерскому надзору, которые руководят районными горно-техническими инспекциями.

## § 8. Охрана почв, растительного и животного мира

**Охрана почв.** Почва — особое природное образование, обладающее рядом свойств, присущих живой и неживой природе, сформировавшееся в результате длительного преобразования верхних слоев литосферы под совместным воздействием воды, воздуха и живых организмов. Важнейшее свойство почвы — плодородие (способность обеспечивать растения усвояемыми питательными веществами, влагой и др.). Почва занимает промежуточное положение между миром живых организмов и неорганической природой, для нее характерен процесс обмена веществ.

Несмотря на величайшие достижения науки и техники, до настоящего времени почти все пищевые продукты (кроме органических ресурсов моря), необходимые для существования людей, получают за счет плодородия почв.

Данные о земельной площади мира и ее распределении приведены в табл. 16.

Земельные ресурсы СССР характеризуются такими данными. Общая площадь страны составляет 22 275 тыс. км<sup>2</sup> (2 227,5 млн. га). Значительную часть территории страны занимают горы, тайга и тундра. Сельскохозяйственные угодья составляют примерно 630 млн. га, пастбища — 329 млн. га. Необходимо отметить, что во всех странах ми-

Т а б л и ц а 16. Распределение земельной площади в мире (без Антарктиды) [см.: 31, с. 37]

Часть света или страна	Земельная площадь, млн. км <sup>2</sup>				
	Общая	Пашни и насаждения	Луга и пастбища	Леса	Пустыри и строения
Европа (без СССР)	4,93	1,52	0,90	1,37	1,14
СССР	22,27	2,32	3,72	8,80	7,43
Северная и Центральная Америка	24,26	2,61	3,68	8,16	9,81
Южная Америка	17,79	0,62	3,24	9,16	4,77
Азия (без КНР)	17,82	3,48	2,07	4,49	7,78
Африка	30,21	2,60	6,36	7,51	13,74
Австралия и Океания	8,53	0,35	4,60	0,79	2,79
<i>Итого</i>	125,81	13,50	24,57	40,28	47,46

ра, в том числе в СССР, посевные площади из-за отвода земель для строительства жилья, предприятий и коммуникаций непрерывно сокращаются, в то же время население возрастает.

Воздействие человека на почвы сказывается не только в процессе ее обработки. Существенные изменения почвы происходят под влиянием вырубки лесов, выпаса скота, изменения распределения воды, загрязнения природной среды и других сторон деятельности людей. Одни из воздействий человека приводят к повышению плодородия и других качеств почвы (правильная обработка почвы, удобрение, осушение, защита от эрозии, регулирование выпаса скота, полезитное лесоразведение и др.). К особо неблагоприятным последствиям воздействия человека на почву относятся эрозия почвы, загрязнение химическими веществами, засоление, заболачивание, прямое уничтожение и занятие почв под сооружения, постройки, водохранилища. Многократная глубокая обработка почвы разрушает ее структуру, постепенно создаются условия для эрозии почвы.

Большой ущерб народному хозяйству наносит водная и ветровая эрозия почв. Быстрый сток дождевых и талых вод снижает урожай культур. Размыв почвы сопровождается образованием оврагов, при этом происходит потеря пахотных площадей, сенокосов и пастбищ, иссушение местности. Смыв и выдувание почвы, выдувание и засыпание посевов ведут к заносу мелкоземом культурных земель, потере почвой органических веществ и минеральных элементов, ухудшение физических свойств почвы, при этом снижается плодородие почвы и гибнут посевы культур. Ветровая эрозия вызывает запыление атмосферы (пыльные бури), затрудняет работу всех видов транспорта, наносит вред организму человека. Ветровой эрозии подвержены поля Украины, Молдавии, Поволжья и других районов страны.

Борьба с эрозией почвы включает комплекс мероприятий, требующих серьезного научного и инженерно-экономического обоснования для каждого конкретного региона. Основное значение имеет устранение причин, вызывающих эрозию, поэтому в районах, где почвы подвержены ветровой эрозии, необходимо применять почвозащитные севообороты с полосным размещением посевов и паров, превращать в луга сильно эродированные земли, создавать буферные полосы из многолетних трав, проводить снегозадержание, закрепление и облесение песков, выращивание полезитных лесных полос, безотвальную обработку почвы с оставлением стерни на поверхности полей (эти мероприятия осуществляются в районах бывших целинных и залежных зе-

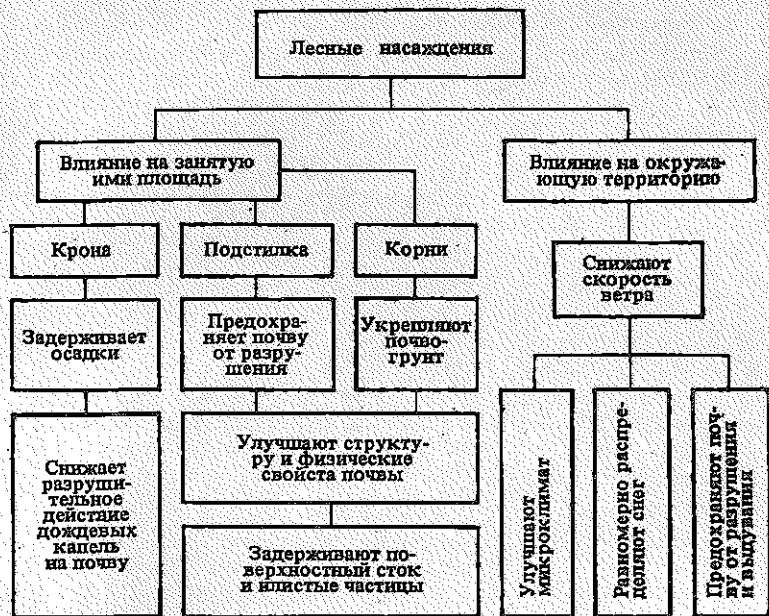


Рис. 17. Противозерозивное влияние лесных насаждений

мель Казахстана, в Западной и Восточной Сибири, в отдельных районах Поволжья и Украины).

В районах распространения водной эрозии большую роль играет обработка почв и размещение посевов сельскохозяйственных культур поперек склона, оконтуривающая вспашка, углубление пахотного слоя и другие способы обработки, уменьшающие сток поверхностных вод: почвозащитные севообороты, полосное размещение посевов сельскохозяйственных культур, посев трав на крутых склонах, выращивание полезных лесных полос, облесение оврагов, балок, песков, берегов рек и других водоемов, строительство противозерозивных гидротехнических сооружений (прудов, водоемов, лиманов и др.); в горных районах — создание противоселевых сооружений, террасирование и облесение склонов, регулирование выпаса скота, сохранение горных лесов (рис. 17).

В нашей стране борьба с эрозией почв ведется в плановом порядке в общегосударственном масштабе.

Мероприятия по мелиорации и охране земель, полезному лесоразведению, по борьбе с эрозией почв, направленные на коренное улучшение земель, предусматри-

ваются в государственных планах развития народного хозяйства и осуществляются министерствами, ведомствами и землепользователями. В соответствии с Основами земельного законодательства СССР и союзных республик охране подлежат сельскохозяйственные угодья, особенно орошаемые и осушенные земли. Колхозы, совхозы и другие предприятия, организации и учреждения, пользующиеся землями сельскохозяйственного назначения, обязаны охранять, восстанавливать и повышать плодородие почв. Промышленные и строительные предприятия, организации и учреждения обязаны не допускать загрязнения сельскохозяйственных и других земель производственными и другими отходами, а также сточными водами.

**Охрана растительного мира.** На земном шаре существует более 500 тыс. видов растений. Значение растений трудно переоценить. Растения составляют основную биомассу Земли, обеспечивают круговорот веществ и осуществляют фотосинтез, без которого невозможно существование биосферы. Первичные продукты фотосинтеза вовлекаются во внутриклеточные химические процессы и служат исходным материалом для построения сложных органических соединений. Наряду с синтезом органического вещества из неорганических элементов в биосфере совершается распад значительной части органических комплексов до исходных неорганических. Этот распад происходит в процессе дыхания, а после гибели зеленых растений и животных разложение осуществляется гетеротрофными растениями, населяющими почвы и водные бассейны.

В нашей стране насчитывается около 20 тыс. видов растений, относящихся к 1676 родам и 160 семействам папоротникообразных, голосеменных и покрытосеменных. Для остальных групп растительного мира нет точных подсчетов.

Площадь поверхности нашей планеты — 510 млн. км<sup>2</sup>, из них 149 млн. км<sup>2</sup> приходится на сушу. Большая часть ее покрыта растительностью, которая дает ежегодно миллиарды тонн органических веществ. Более 3/4 общей массы органических веществ на суше дает растительность лесов (рис. 18).

Леса выполняют природоохранительную, почвозащитную и климаторегулирующую роль. В лесу почва промерзает на меньшую глубину, чем на открытых местностях. Таяние снега удлинится на 2—3 недели, оттаявшая почва хорошо впитывает влагу, и ливневые воды не стекают по поверхности почвы, а впитываются ею и превращаются в грунтовые (рис. 19). Это уменьшает опасность наводнений, поддерживает полноводность рек, пополняющихся в течение лета за



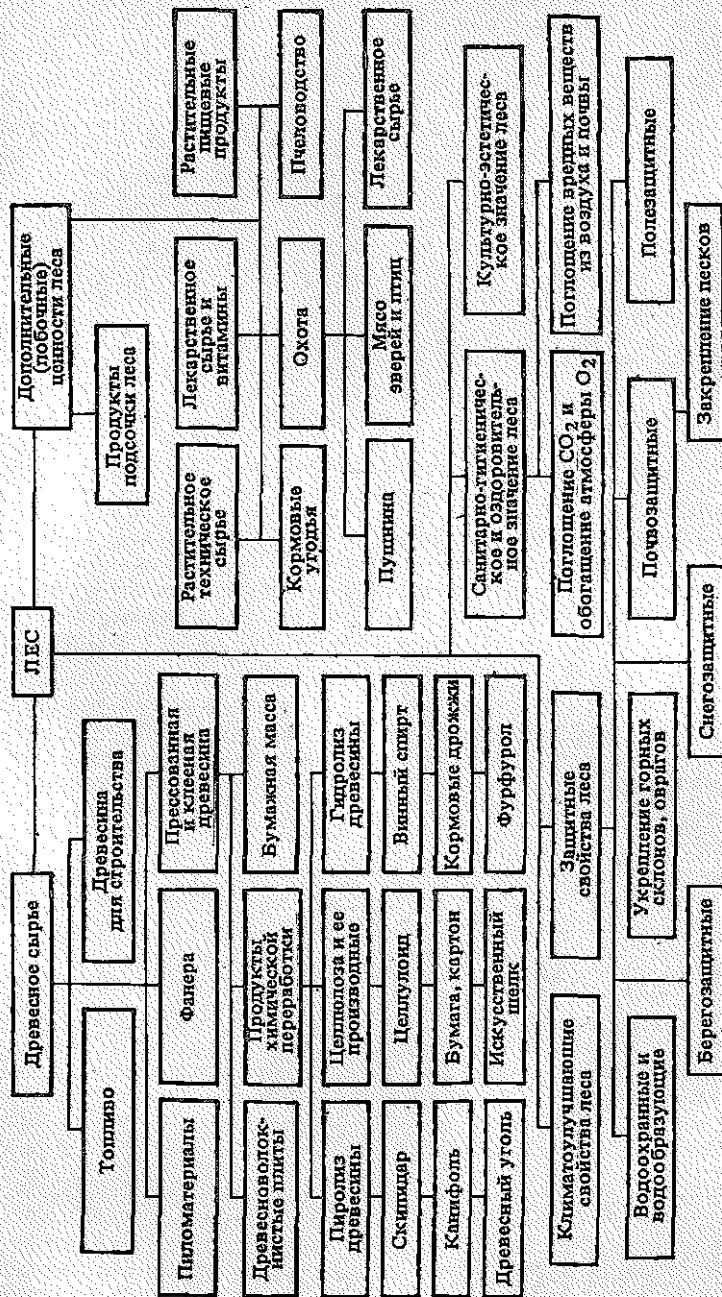


Рис. 18. Продукция и полезные свойства леса

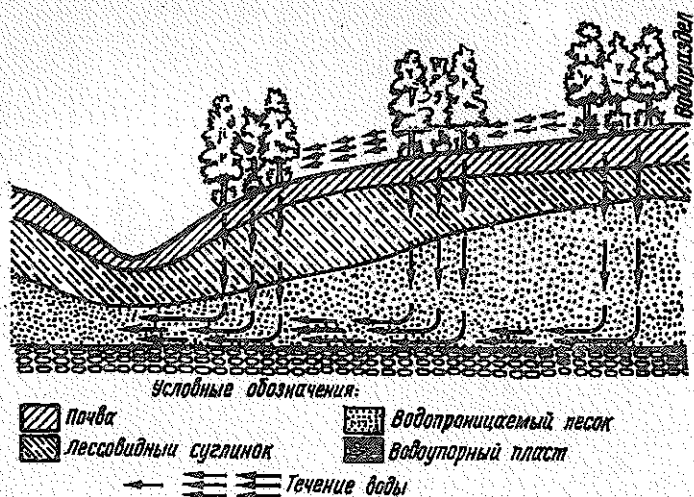


Рис. 19. Схема перевода поверхностного стока в грунтовые воды

счет грунтовых вод. Водоохранное значение леса было подмечено давно, так как после вырубki лесов вблизи рек неизбежно возникали бурные весенние наводнения и резкое обмеление рек в летнее время. Установлено, что каждые 10 тыс. км<sup>2</sup> тайги обеспечивают поступление в реки в течение года 0,7...0,8 км<sup>3</sup> воды, а такая же площадь лиственных лесов — 0,3...0,5 км<sup>3</sup>; лес, задерживая поверхностный сток талых и ливневых вод, ослабляя силу ветра, защищает почву от размыва и смыва, от выветривания ее плодородного слоя, препятствует развеиванию песков.

Насаждеение и охрана леса — важнейшее средство борьбы с эрозией почв. Лес смягчает климат, делает его более влажным. Увеличение на 10 % лесистости в наветренной части территории обуславливают выпадение здесь 4 % дополнительных летних осадков. Ослабляя резкие колебания температуры, лес улучшает характеристики приземного слоя воздуха, микроклимат, смягчает влияние холодных ветров и суховеев. Леса играют большую роль в здравоохранении. Общеизвестно благотворное действие сосновых боров на больных туберкулезом, вызываемое дезинфицирующими свойствами веществ, выделяющихся из смолы хвойных деревьев.

Зеленые насаждения в городах поглощают выделяемый в воздух углекислый газ и восстанавливают необходимый для жизни кислород. Они служат хорошим фильтром от пыли: в парках пыли в воздухе значительно меньше, чем на

городских улицах. Листья и цветы многих деревьев лесопарков и парков выделяют пахучие вещества — фитонциды, которые обезвреживают воздух.

Зеленый покров планеты непрерывно сокращается. Неудержимая погоня за прибылью — основная причина того, что в капиталистических странах леса вырубается несравненно больше, чем его воспроизводится.

Разрушение влажных тропических лесов таит в себе и более глубокие опасности, так как они несут огромную нагрузку по восстановлению кислорода атмосферы и являются важнейшими хранителями генетического фонда. Уничтожение этой «фабрики эволюционного разнообразия», по мнению биологов, изменит ход эволюции всего растительного и животного мира. Первичные тропические дождевые леса — фактически невозобновляемый ресурс, так как особенности биологии и условия произрастания составляющих их пород делают естественное воспроизводство данных лесов весьма проблематичным.

Как в прошлые, так и в настоящую геологическую эпохи велика роль лесов как накопителей и консерваторов солнечной энергии. Ежегодно в мире заготавливается 2,5 млрд. м<sup>3</sup>, а в СССР — около 400 млн. м<sup>3</sup> древесины. Она применяется в производстве более 20 тыс. предметов, в том числе бумаги, красок, тканей, спиртов, лекарств, смол, дрожжей и др. Годовое мировое производство бумаги составляет около 150 млн. т. Хотя в наше время в промышленности и строительстве все больше внедряются синтетические материалы и железобетон, объем потребляемой древесины не уменьшается.

СССР — самая крупная лесная держава. Площадь, покрытая лесом, составляет 770 млн. га, общие запасы древесины — 82 млрд. м<sup>3</sup>. На долю Советского Союза приходится 1/5 лесопокрытой площади в мире, 1/4 мировых запасов древесины.

Государственная собственность на леса в СССР составляет основу общественных отношений в области использования, воспроизводства и охраны лесов и служит главной предпосылкой рационального ведения лесного хозяйства.

Государственные органы, предприятия, организации и учреждения, осуществляющие планирование, организацию и ведение лесного хозяйства, использование лесных ресурсов, обязаны обеспечивать: усиление водоохраных, защитных, климаторегулирующих, оздоровительных и иных полезных свойств лесов в интересах охраны здоровья людей, улучшения окружающей среды и развития народного хозяйства; непрерывное рациональное использование лесов

для удовлетворения потребностей народного хозяйства в древесине и другой лесной продукции; расширенное воспроизводство, улучшение состава и качества лесов, повышение их продуктивности; сбережение лесов, охрану их от пожаров, защиту от вредителей и болезней; рациональное использование земель государственного лесного фонда; повышение эффективности лесохозяйственного производства на основе достижений науки и техники. Уход за лесом, защита его от вредителей должны осуществляться способами, не наносящими вреда человеку и окружающей среде.

В целях организации дифференцированного ведения лесного хозяйства с учетом народнохозяйственного значения лесов, их месторасположения и выполняемых функций установлено деление лесов на группы. Государственные леса разделены на первую, вторую и третью группы, а колхозные леса — на первую и вторую.

К *первой* группе отнесены леса, выполняющие следующие функции: водоохранные (запретные полосы лесов по берегам рек, озер, водохранилищ и других водных объектов, запретные полосы лесов, защищающие нерестилища промысловых рыб); защитные (леса противозерозийные, в том числе участки леса на крутых горных склонах, государственные защитные лесные полосы, ленточные боры, защитные полосы лесов вдоль железных дорог, автомобильных дорог общегосударственного, республиканского и областного значения, особо ценные лесные массивы); санитарно-гигиенические и оздоровительные (городские леса, леса зеленых зон вокруг городов, других населенных пунктов и промышленных предприятий, леса зон санитарной охраны источников водоснабжения и округов санитарной охраны курортов). К первой группе относятся также леса заповедников, национальных и природных парков, заповедные лесные участки, леса, имеющие научное или историческое значение, природные памятники, лесопарки, леса орехово-промысловых зон, лесоплодовые насаждения, притундровые и субальпийские леса.

Ко *второй* группе относятся леса в районах с высокой плотностью населения и развитой сетью транспортных путей, имеющие защитное и ограниченное эксплуатационное значение, а также леса с недостаточными лесосырьевыми ресурсами, для сохранения защитных функций которых и непрерывности пользования ими требуется более строгий режим лесопользования. Ко второй группе относятся также все колхозные леса, не вошедшие в состав первой группы.

К *третьей* группе относятся леса многолесных районов, имеющие преимущественно эксплуатационное значение и

предназначенные для непрерывного удовлетворения потребностей народного хозяйства в древесине без ущерба для защитных свойств этих лесов. Леса третьей группы подразделяются на освоенные и резервные (не вовлеченные в эксплуатацию вследствие их удаленности от транспортных путей и по другим причинам).

Все леса подлежат охране от пожаров, незаконных порубок, нарушений установленного порядка лесопользования и других действий, причиняющих вред лесу, а также защите от вредителей и болезней.

В СССР в плановом порядке проводятся большие работы, направленные на сбережение, воспроизводство и рациональное использование лесов. По объему лесовосстановительных работ Советский Союз занимает первое место в мире.

В соответствии с законами об охране природы в нашей стране осуществляются меры по охране и рациональному использованию не только лесов, но и других видов флоры: увеличение продуктивности сенокосных лугов и пастбищ, охрана лекарственных, редких и исчезающих видов растений. Ведется «Красная книга СССР» и соответствующие ей в союзных республиках, куда заносятся растения, требующие усиленной охраны.

**Охрана животного мира.** В биосфере Земли существует около 1,3 млн. типов живых организмов, в том числе 35 тыс. типов позвоночных. В результате человеческой деятельности многие типы живых организмов исчезают. За период в 2 тыс. лет с лица Земли навсегда исчезло 106 видов млекопитающих. При этом, если первые 33 вида млекопитающих исчезли с лица Земли за период в 1800 лет, то следующие 33 вида — за 100 лет, а последние 40 видов — всего за полвека. Сейчас каждые восемь месяцев на Земле исчезает вид или подвид млекопитающих и птиц (продолжительность жизни одного вида в среднем 600 тыс. лет для млекопитающих и более 2 млн. лет — для птиц). Загрязнение окружающей среды и физическое истребление угрожают сегодня существованию 280 видам млекопитающих, 350 видам птиц. Уничтожен один из самых многочисленных видов птиц Америки — странствующий голубь. Полностью истреблены стада бизонов в Северной Америке. Кандидаты на исчезновение: зебры, муравьед, сумчатый волк. Если не будут приняты экстренные меры, в будущем могут исчезнуть слоны, медведи, тигры и др.

Основными причинами вымирания видов животных и сокращения их численности являются: истребление наиболее ценных промысловых животных; изменение и разрушение

среды их обитания (уменьшение площади лесов, осушение болот и т. д.); загрязнение среды обитания.

Животные — важная составная часть биосферы, источник пищи для людей и сырья. Полезны для существования биосферы все живые организмы, включая насекомых. Среди всех известных видов насекомых настоящие вредители составляют всего 1 %. Эти немногие виды обладают способностью быстро размножиться и с ними необходимо вести борьбу. Известно, что 80 % всех цветковых растений образуют семена и плоды только при помощи насекомых-опылителей. Исчезнут опылители — исчезнут и эти растения. Насекомые-почвообразователи перемешивают, разрыхляют и удобряют почву, повышая ее плодородие. Насекомые-санитары очищают леса, поля, пастбища. Наконец, питаюсь насекомыми, живут многие звери, птицы, рыбы.

Для охраны животного мира необходимо проведение во всех странах комплекса специальных мероприятий, направленных на резкое ограничение истребления животных, сохранение среды их обитания, исключение загрязнения окружающей среды.

Комиссией службы выживания Международного союза охраны природы составлена «Красная книга», в которую занесены более 700 видов и подвидов млекопитающих, птиц, земноводных и пресмыкающихся. В «Красную книгу СССР» и республиканские заносятся находящиеся под угрозой исчезновения и редкие виды животных.

С 1 января 1981 г. вступил в действие принятый Верховным Советом СССР закон «Об охране и использовании животного мира».

Государственный контроль за охраной и использованием животного мира осуществляют Советы народных депутатов, их исполнительные и распорядительные органы, а также специально уполномоченные на то государственные органы по охране и регулированию использования животного мира в порядке, устанавливаемом законодательством Союза ССР.

Ведомственный контроль за охраной и использованием животного мира осуществляют органы, в ведении которых находятся предприятия, учреждения и организации, пользующиеся объектами животного мира.

В нашей стране взяты под строгую охрану некоторые виды животных: белый медведь, тигр, барс, джейран и др. Запрещена охота на таких птиц, как краснозобая и белошекая казарки, горный гусь, все виды лебедей и журавлей. Благодаря запрету были спасены от истребления сайгаки, лоси, бобры, сибирский соболь.

Важная мера по охране биосферы — создание в разных странах системы природных заповедников или национальных парков. Их основная задача — сохранить и обогатить природу.

## § 9. Заповедники и памятники природы

Заповедники — это участки территории или акватории, на которых сохраняется в естественном состоянии весь природный комплекс. Обычно заповедниками объявляются местности, типичные для данной географической зоны или содержащие ценные в научном отношении природные объекты (виды растений и животных, типы ландшафтов, минералы и т. д.). В заповеднике ведется разностороннее комплексное изучение природы.

Заказники — это участки территории или акватории, в пределах которых под особой охраной находится не весь природный комплекс, как в заповедниках, а только отдельные его элементы (растительность, все или некоторые виды животных и т. д.). В качестве заказников сберегаются участки леса, степи, болота. Имеются также геологические, ботанико-геологические, озерные, зоологические, ландшафтные заказники.

Создание государственных заповедников — важнейшее мероприятие, направленное на защиту наиболее ценных объектов природы. В 1919 г. с одобрения В. И. Ленина в дельте Волги был организован Астраханский заповедник. В 1920 г. В. И. Лениным был подписан декрет об учреждении Ильменского заповедника на Южном Урале. В сентябре 1921 г. был издан декрет «Об охране природы, садов и парков».

Государственные заповедники сохраняют естественные, не тронутые хозяйственной деятельностью участки природы различных географических зон. Заповедно-охотничьи хозяйства играют важную роль в сохранении, воспроизводстве и рациональном использовании охотничье-промысловой фауны.

В СССР один из наиболее интересных — Саяно-Шушенский заповедник (площадь — 390 тыс. га). Горный хребет Западный Саян — это покрытые хвойными лесами горы, альпийские луга с травами в человеческий рост, кристально чистый воздух и изумрудно-прозрачная вода в горных реках. Здесь водятся бурые медведи, лоси, олени, косули, маралы, россомахи и такие редкие исчезающие животные, как алтайский улар, красный волк, сибирский козерог, длиннохвостый хомячок. В Западном Саяне встречаются реликтовые деревья, кустарники, цветковые растения (даурский ро-

додендрон, курильский чай, кудрявая лилия, марьян корень и другие редкие растения).

Всемирно известен заповедник Аскания-Нова на Украине. Здесь собраны и обитают редкие виды животных и птиц из разных районов земного шара.

Уникальным заповедным комплексом является Беловежская пуца в Белоруссии с очень богатым и разнообразным растительным миром. Одним из главных компонентов природного комплекса пуцы являются ее леса (сосновые, широколиственные, черноольховые, березовые). Богат и разнообразен также животный мир.

Основная задача создания заповедников — сохранение эталонов природы в таком виде, в каком они сложились в древности и дошли до наших дней.

Заповедники, заказники, национальные парки, курортные местности — особо охраняемые территории. Необходимость создания национальных парков обусловлена также решением проблемы отдыха. Успешно функционируют Лахемааский парк на берегу Финского залива (Эстонская ССР); природный парк в бассейне Печоры и Илыча (Коми АССР); национальный парк «Гауя» (Латвийская ССР); национальный парк «Аукшаития» (Литовская ССР). Работы по созданию национальных парков ведутся на озере Байкал, на Урале, в Украинской, Молдавской, Казахской ССР и других республиках.

Наиболее общими чертами природоохранительного режима национальных парков нашей страны являются: запрещение рубки леса, добычи полезных ископаемых; строгое ограничение строительства линий электропередач, дорог, проведения мелиоративных работ без соответствующего разрешения. На территории национальных парков по разрешению администрации допускается сбор грибов, ягод, плодов диких растений. Ловля рыбы и охота допускаются только по специальным разрешениям. В связи с тем, что по территории национальных (природных) парков проходит много туристов и экскурсантов, выделяются определенные маршруты для пешеходов и туристов. Администрацией национального парка организуется охрана расположенных в пределах его территории природных объектов: земли, вод, дикой фауны, лесов и иной растительности, недр, типичных и редких природных достопримечательностей.

Памятники природы — это отдельные природные объекты, имеющие научное, историческое и культурно-эстетическое значение (например, водопады, пещеры, геологические обнажения, гейзеры, палеонтологические объекты, отдельные многовековые деревья и т. д.). В нашей стране уни-



кальным памятником природы, имеющим мировую ценность, является озеро Байкал — самое глубокое (1620 м), многоводное (23 тыс. км<sup>3</sup> пресной воды, 20 % годового стока всех рек мира) и самое прозрачное: белый диск диаметром 30 см (эталон меры прозрачности) виден в байкальской воде невооруженным глазом на глубине 40 м. Около двух тысяч видов животных и растений, обитающих на Байкале и в его окрестностях, нигде больше в мире не встречаются. Особое внимание здесь уделяется лесам. В водоохранной зоне озера Байкал сокращены промышленные рубки леса, установлен более строгий режим лесопользования. Осуществляются меры по рациональному водопользованию, очистке сбрасываемых вод, предотвращению загрязнения воздушной среды.

Памятники природы в нашей стране представляют собой неприкосновенное всенародное достояние. По своей научной, естественно-исторической и культурно-эстетической ценности памятники природы делятся на памятники местного значения и памятники республиканского значения. Представление об отнесении отдельных природных объектов к памятникам природы вносится научно-исследовательскими и другими учреждениями, министерствами, ведомствами. Вопросы об объявлении памятников природы республиканского значения находятся в компетенции советов министров союзной республики, а местного значения — исполнительных комитетов краевых, областных и городских Советов народных депутатов. Памятники природы по естественным качествам подразделяются законодательством на: *ботанические* — произведения садово-паркового искусства, сады, парки, дендрарии, участки леса с ценными древесными породами, отдельные вековые или редких пород деревья и кустарники, участки территории с реликтовой или особо ценной растительностью, отдельные виды реликтовых или исчезающих растений лесной флоры; *комплексные* — выдающиеся своей красотой и характерные ландшафты и пейзажи; *геологические* — обнажения ледниковых отложений, коренных пород, характерные элементы рельефа, отдельные крупные валуны, россыпи валунов и др.; *гидрогеологические* — источники, озера, болота.

Основными нормативными актами, устанавливающими порядок охраны памятников природы, являются законы об охране природы союзных республик и положения об охране памятников природы. В соответствии с положениями охраны памятников природы, а также надзор за их содержанием осуществляют исполнительные комитеты Советов народных депутатов. Советы министров автономных респуб-

лик, исполкомы краевых, областных Советов закрепляют природный объект, признанный памятником природы, за тем предприятием, учреждением и организацией, на территории или в пользовании которых они находятся. На них возлагается ответственность за содержание в сохранном и надлежащем порядке принятых под охрану памятников природы. Передача памятников природы под охрану тем или иным организациям оформляется охранным обязательством, выдаваемым на срок пользования данным объектом или земельным участком, на котором он расположен.

Успехи в развитии заповедного дела в СССР находят широкое международное признание, а биосферные заповедники нашей страны играют важную роль в осуществлении международной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера». Первый международный конгресс по биосферным заповедникам был проведен в 1983 г. в СССР.

### Контрольные вопросы

1. Что такое Вселенная и как она развивается во времени?
2. Охарактеризуйте периоды развития жизни на Земле.
3. Каковы физические условия, необходимые для жизни людей на Земле?
4. Назовите оптимальные параметры окружающей среды.
5. Что такое биосфера Земли и какова ее структура?
6. Что такое экология? Сформулируйте понятие «экологическая система».
7. Как осуществляется обмен веществами и энергией в экологических системах?
8. Охарактеризуйте основные циклы биохимического круговорота веществ в биосфере.
9. Сформулируйте основные законы экологии.
10. Определите значение охраны и восстановления биосферы.
11. Опишите строение, состав и динамику атмосферы.
12. Назовите основные источники загрязнения атмосферы.
13. Какие последствия вызывает загрязнение атмосферы? Назовите способы охраны воздушного бассейна от загрязняющих веществ.
14. Чем определяется значение воды в биосфере?
15. Охарактеризуйте водные ресурсы и их использование.
16. В чем заключается проблема питьевой воды?
17. Назовите основные источники загрязнения гидросферы.
18. Охарактеризуйте способы сохранения чистоты вод.
19. Как классифицируются природные ресурсы Земли?
20. Перечислите основные виды минеральных ресурсов.
21. Охарактеризуйте объемы добычи угля и других полезных ископаемых.
22. Сформулируйте основные требования к разработке месторождений полезных ископаемых.
23. Охарактеризуйте основные меры по охране недр.
24. В чем состоит значение охраны почв, растительного и животного мира? Перечислите меры охраны почв.
25. Назовите меры охраны растительного и животного мира.
26. Какое значение имеют заповедники и памятники природы?

## Раздел второй

### СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

#### Глава 4. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ ОТКРЫТОМ СПОСОБЕ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ\*

Важнейшим направлением развития угольной промышленности СССР является опережающий рост добычи угля открытым способом, обеспечивающим более высокие технико-экономические показатели и более благоприятные условия труда. В нашей стране примерно 40 % общего объема угля добывается открытым способом.

Большие запасы углей сосредоточены в восточных районах страны, главным образом в Экибастузском, Канско-Ачинском, Кузнецком, Южно-Якутском и других бассейнах, отличающихся большой мощностью угольных пластов и относительно малой толщиной покрывающих пород. Экономичность народнохозяйственного использования углей, добываемых в этих районах открытым способом, сопоставима с экономичностью использования нефти и газа. В Кузбассе открытым способом осуществляется добыча угля для коксования.

Повышение темпов добычи угля и выработки электроэнергии с учетом природных особенностей (климатических) восточных районов СССР потребовало решения ряда сложных проблем. Для Экибастузского бассейна, например, такими проблемами явились создание роторных экскаваторов производительностью до 5000 м<sup>3</sup>/ч с повышенными усилиями резания на кромке ковша, что позволило разрабатывать крепкие угли с породными прослойками, вести добычу угля в сравнительно суровых климатических условиях. При больших объемах вскрышных работ в разрезах применяют высокопроизводительные средства железнодорожного транспорта с тяговыми агрегатами переменного и постоянного тока сцепным весом 240...360 т, а также вагоны-самосвалы грузоподъемностью 160...170 т.

---

\* По учебному плану студенты специальности «Технология и комплексная механизация подземной разработки месторождений полезных ископаемых» изучают также технологию открытой разработки месторождений и должны знать способы охраны окружающей среды при ведении открытых горных работ.

В Южной Якутии построены и действуют Нерюнгринский угольный разрез, обогатительная фабрика и тепловая электростанция.

Начато освоение месторождения бурых углей Канско-Ачинского бассейна, запасы которого позволяют в течение 15...20 лет довести добычу угля открытым способом до 250...350 млн. т в год и создать тепловые электростанции общей мощностью 40...50 млн. кВт. На углях Канско-Ачинского бассейна работают крупные тепловые электростанции Сибири. В настоящее время открытым способом добывается на «Ирша-Бородинском» и «Назаровском» разрезах около 30 млн. т угля в год. На разрезе «Назаровский» применяется комбинированная система разработки: бестранспортная (на нижних уступах с перевалкой вскрышных пород в выработанное пространство шагающими экскаваторами-драглайнами) и транспортная (на верхних уступах с использованием экскаваторов типа механической лопаты и железнодорожного транспорта). Вскрышные работы ведут экскаватором — драглайном ЭШ-100/100 с ковшем вместимостью 100 м<sup>3</sup> и стрелой длиной 100 м, а угольный пласт разрабатывается роторными экскаваторами ЭР-1250 производительностью 1250 м<sup>3</sup>/ч.

Ирша-Бородинское месторождение является более сложным. При разработке там применяют транспортную систему, а вскрышные работы ведут экскаватором типа ЭКГ-8И. На разрезе «Ирша-Бородинский» введен в эксплуатацию мощный роторный экскаватор ЭРШРД-5000 производительностью 5000 м<sup>3</sup>/ч. Планируется дальнейшее расширение производства и увеличение добычи угля в 4 раза (до 65 млн. т в год) за счет вовлечения в эксплуатацию новых участков месторождения при использовании роторных комплексов производительностью 12500 м<sup>3</sup>/ч.

Формирование топливно-энергетических комплексов способствует лучшему размещению производительных сил на территории страны, более полному и рациональному использованию минеральных ресурсов.

Открытый способ добычи угля позволяет достичь в разрезах гораздо большей производительности труда, чем в шахтах, и при гораздо меньшей себестоимости добытого топлива (примерно 3 руб. за тонну в карьерах и 15 руб. — в шахтах).

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дополнительных мерах по ускорению развития добычи угля открытым способом в 1981—1990 годах» (1981 г.) намечено развитие опережающими темпами добычи угля наиболее эффективным открытым способом на основе увеличе-

ния мощностей по добыче и переработке угля за счет строительства, реконструкции, технического перевооружения и модернизации разрезов и осуществления других организационно-технических мероприятий; создания на базе крупных разрезов тепловых электростанций с энергоблоками большой мощности; освоения в нормативные сроки проектных мощностей разрезов; создания и внедрения новой прогрессивной технологии и горно-транспортного оборудования большой единичной мощности; увеличения удельного веса добычи угля с применением техники непрерывного действия; внедрения комплексной механизации и автоматизации производственных процессов и сокращения тяжелого ручного труда; осуществления мероприятий по быстрой ликвидации отставания в проведении вскрышных работ; увеличения мощностей строительных и монтажных организаций; улучшения условий труда, повышения безопасности ведения работ и культуры производства.

В энергетической программе СССР на длительную перспективу предусмотрено существенное увеличение добычи угля, в первую очередь за счет развития открытого способа разработки угольных месторождений. К 2000 г. этим способом намечено обеспечивать до 56...60 % общего объема добычи угля в стране, к 1990 г. — 46 %. Ускоренно будут развиваться крупнейшие топливные базы в восточных районах — Канско-Ачинский и Экибастузский топливно-энергетические комплексы, Кузнецкий, Южно-Якутский, Тургайский, другие угольные бассейны Восточной Сибири и Дальнего Востока.

### **§ 1. Влияние на окружающую среду открытых горных работ**

Разработка месторождений полезных ископаемых открытым способом сопровождается неблагоприятным влиянием горных работ на объекты природы. Прежде всего теряются большие площади земель, разрушаются сельскохозяйственные угодья и природные ландшафты. Размеры территории, которая подвергается неблагоприятному воздействию открытых горных работ, в 10—15 раз превышают площадь самого разреза с отвалами пород. Пыль, дым и вредные газы с отвалов пород разносятся ветром на большие расстояния, дождевые и талые воды вымывают с отвалов мелкие частицы пород и выносят их на поля, луга и в реки.

Разрушение и загрязнение природных ландшафтов нарушают сложившееся естественное равновесие в экологи-

ческой системе местности, в результате чего исчезают многие виды живых организмов (рыб, птиц, насекомых).

Степень нарушения земель при открытых горных работах зависит главным образом от следующих факторов: объема вскрышных пород, которые необходимо удалить, чтобы достичь залежи полезного ископаемого; отношения количества пустой породы, перемещаемой при проведении вскрышных работ, к количеству добываемого полезного ископаемого; площади и глубины разреза. Форма, которую приобретает разрез, а затем и соответствующий ему участок нарушенных земель, является результатом сочетания природных факторов и факторов технологических, определяемых уровнем развития горнодобывающей техники. Проблемы размещения отвалов пород при открытых горных работах аналогичны тем, с которыми приходится сталкиваться и при подземных работах, но с той усугубляющей их разницей, что в первом случае породы могут накапливаться в горных выработках, а также на обогатительных и перерабатывающих минеральное сырье предприятиях.

В настоящее время ведется эффективная рекультивация нарушенных открытыми горными работами земель в Подмосковном бассейне, в Никопольском марганцеворудном бассейне, в Днепровском буроугольном бассейне и в других районах добычи угля и иных полезных ископаемых.

## **§ 2. Пути и способы ограничения ущерба, наносимого окружающей среде при открытых горных работах**

Развитие открытого способа добычи полезных ископаемых резко увеличило число территорий, подвергающихся разрушению.

Открытые горные разработки должны быть ограничены в районах со значительной крутизной склонов и с большим количеством выпадающих осадков (в этих условиях восстановление нарушенных земель затрудняется); в местностях с ландшафтами, представляющими особую эстетическую ценность или имеющими жизненно важное значение для диких животных; в густонаселенных местностях.

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых должна быть разрешена только в случаях, когда гарантируется эффективная и быстрая рекультивация земель. Разработка месторождений открытым способом должна проводиться с обязательным выполнением следующих работ: верхний слой почвы осторожно снимается и переносится в специально отведенное место для сохранения; после от-

работки разреза или его части снятый почвенный слой переносится на прежнее место, удобряется и подготавливается для хозяйственного использования.

Ослабить ущерб, наносимый природным комплексам при добыче минерального сырья, восстановить нарушенные земли по окончании работ — одна из основных задач горнодобывающей промышленности. В СССР на предприятия, добывающие минеральное сырье, возлагается обязанность уже при начале работ предусмотреть все необходимое для восстановления нарушенных земель, в частности, складировать и сохранять плодородный слой почвы, раздельно складывать токсичные и нетоксичные породы. При тщательной организации работ можно обеспечить обратную засыпку образующихся пустот (отработанных разрезов) в нужном порядке.

В тех случаях, когда открытая разработка месторождений полезных ископаемых оказывается неизбежной, в проекте должно быть предусмотрено восстановление нарушенных земель и природных ландшафтов, которое должно включать горнотехническую и биологическую рекультивацию.

Рекультивация нарушенных земель расценивается как экономически оправданная, если в результате ее проведения земельный участок оказывается пригодным для рентабельного использования в сельском хозяйстве, для создания зон отдыха, строительства различных объектов.

### **§ 3. Рекультивация земель при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом**

В СССР функционирует система органов и служб по планированию и осуществлению рекультивации нарушенных земель. Система этих органов и служб показана на рис. 20. При восстановлении нарушенных земель производятся горнотехническая и биологическая рекультивации.

Этапы работ по рекультивации нарушенных земель показаны на рис. 21.

*Горнотехническая рекультивация* предусматривает еще при вскрышных работах верхний почвенный слой толщиной 0,5..2,5 м собирать и использовать его на новом месте при рекультивации этого же разреза. Отвалы после предварительного изучения их почвенных, грунтовых и гидрологических особенностей озеленяют, располагают на них сады и другие насаждения. Такие работы успешно проводятся в Подмосковном угольном бассейне, Днепровском буроугольном бассейне, Никопольском бассейне марганцевых руд и в



Рис. 20. Система органов и служб рекультивации нарушенных земель

других бассейнах страны. Карьеры используют также как искусственные водоемы различного назначения.

Горнотехническая рекультивация нарушенных земель требует на Украине затрат от 900 до 4400 руб/га (1 га пахотной земли оценивается в настоящее время в 20...25 тыс. руб.).

Работы по рекультивации нарушенных открытыми угольными разработками участков земли включают: планировку отвалов пород, раздельное складирование плодородного слоя почвы, захоронение агрессивных пород (верхний слой почвы снимается скреперами и складывается в отдельных штабелях; породы, в которых имеются кислотообразующие минералы, извлекаются раздельно и размещаются в основании отвалов как можно глубже); предотвращение загрязнения водоемов и нарушения режима грунтовых вод (для этого укрепляют склоны отвалов путем посадки быстрорастущих растений, восстановленные участки оконтуривают канавами; для предотвращения стока кислотных вод



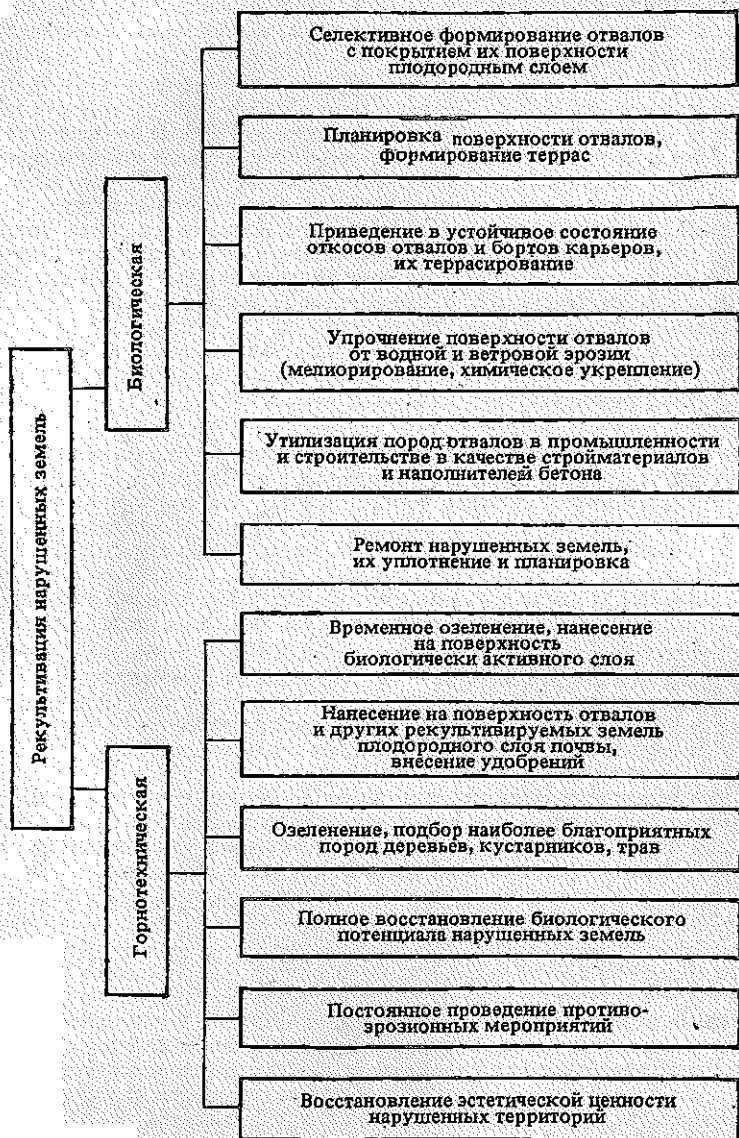


Рис. 21. Этапы работ по рекультивации нарушенных земель

Таблица 17. Типы нарушенных при открытых горных работах земель и формы техногенного рельефа [см.: 15, с. 30]

Типы нарушенных земель	Формы рельефа	Факторы, определяющие возникновение техногенного рельефа
Разрезы	Денудационные Выравненные мультудообразные	Разработка залежей песка и гравия мощностью до 10 м (вскрышные породы отсутствуют или малой мощности, глубина разреза до 10 м)
	Мультудообразные гребневидные	Разработка песка и гравия с размещением вскрышных пород отдельными грядами на дне разреза
Траншеи	Трапециевидные вытянутые	Вскрытие глубоких залежей
Насыпи, дамбы	Аккумулятивные Валы трапециевидные вытянутые	Строительство железных и автомобильных дорог, водозащитных сооружений

применяют обработку вод кальцинированной содой или известью и отстаивание ее в специальных прудах); озеленение восстановленных участков (спланированные откосы засевают однолетними травами, бобовыми, сажают кустарники и сосны).

Типы нарушенных при открытых горных работах земель и возникающие формы техногенного рельефа указаны в табл. 17.

Наиболее распространенным направлением *биологической рекультивации* является подготовка земель для возделывания на них овощных и плодово-ягодных культур. Доказана возможность возделывания на рекультивированных землях большинства злаковых культур. В начальный период биологической рекультивации не следует высевать многолетние травы или высаживать плодово-ягодные растения, так как земли, возвращенные в сельскохозяйственный оборот, приходится довосстанавливать (неравномерная усадка влечет за собой образование впадин).

Важным в горнотехнической и биологической рекультивациях является сокращение периода разрыва между началом отчуждения земель и их последующим использованием в восстановленном виде (продолжительность периода обычно составляет 15...30 лет). Процесс биологической рекультивации заканчивается, если содержание гумуса в новой почве будет соответствовать условиям нормального произрастания высаженных растений. Только полноценная биологическая рекультивация может защитить нарушенные земли от ветровой и водной эрозии.

Рекультивация нарушенных земель направлена не только на их возвращение в сельскохозяйственный или лесной фонд, на предотвращение эрозии или оползней, но и на создание экологической системы, представляющей экономическую и эстетическую ценность. Сама по себе рекультивация часто бывает нерентабельной, так как окупается через многие годы. Но надо помнить, что, добывая полезное ископаемое из недр, человек нарушает землю, на которой живет сам и будут жить его потомки, поэтому землю надо оценивать с учетом общественной ее значимости и пользы в будущем.

Пример правильного бережного отношения к окружающей природной среде при добыче полезных ископаемых открытым способом — разработка никопольских марганцевых месторождений. До середины 60-х гг. открытые горные работы Орджоникидзевского горно-обогатительного комбината (ГОК) оставляли за собой ежегодно не менее 250 га нарушенных земель. В последние годы при горнотехнической рекультивации здесь готовят землю для передачи сельскохозяйственным предприятиям, в лесной фонд или под строительство промышленных или культурно-бытовых сооружений. Во всех случаях вскрышные работы на разрезах ведут по схемам, учитывающим в дальнейшем рекультивацию нарушенных земель: слой чернозема снимают отдельно, складывают, а затем размещают на спланированных отвалах, которые формируют таким образом, чтобы фитотоксичные породы вскрыши занимали нижнее положение, а такие породы, как лессы и лессовидные суглинки — верхнее. Под потенциально плодородными лессами (на глубине 2...5 м) обычно размещают красно-бурые глины, которые являются водонепроницаемым экраном.

На участках с верхним лессовидным слоем хорошо приживаются деревья и многолетние травы. Сдано около 460 га рекультивированных земель для выращивания сельскохозяйственных культур, 271 га — в лесной фонд, 105 га — под опытный участок Днепропетровского сельскохозяйственного института, 76 га — под зону отдыха, 250 га — под шламохранилище. Ведутся работы над перспективным планом рекультивации нарушенных земель, в котором предусматривается возвращение в сельское хозяйство более 80 % земель, изъятых в свое время из сельскохозяйственного фонда. На отвалах одного из разрезов Орджоникидзевского ГОКа проводятся опыты по приживаемости лучших сортов яблонь, винограда, черешни, вишни, черной смородины.

Впервые опытные посадки деревьев на отвалах криворожских ГОКов были произведены в 1968 г. группами по 30—50 деревьев. Хорошо приживаются акация, клен амери-

канский, тополь канадский, тополь серебристый, осокорь. Отвальные породы Северного ГОКа (и без покрытия их плодородной почвой) пригодны для произрастания акации белой, лоха узколистого, тополя черного, облепихи, тамариска. Для произрастания других деревьев необходимы мелиорация и удобрения. Интересен опыт посадки на скальных отвалах СевГОКа винограда, плюща, актинидии. Высаженные у подножий отвалов на хорошей, своевременно поливаемой почве эти растения создают сплошной зеленый покров. Материальные затраты на создание такого зеленого покрова значительно ниже затрат на посадку деревьев. Применение лиановых особенно эффективно при озеленении отвалов засоленных пород.

### Контрольные вопросы

1. Какое неблагоприятное влияние открытые горные работы оказывают на окружающую природную среду? Назовите способы ограничения этого влияния.

2. Какие условия должны соблюдаться при ведении открытых горных работ?

3. Охарактеризуйте требования к ведению открытых горных работ, содержащиеся в Основах земельного законодательства и Основах законодательства о недрах.

4. Что такое рекультивация?

5. Как организована рекультивация нарушенных земель в СССР?

6. В чем заключается горнотехническая рекультивация?

7. Каково назначение биологической рекультивации?

8. Приведите примеры эффективной рекультивации земель.

### Глава 5. ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

В недрах СССР залегают богатейшие запасы полезных ископаемых (уголь, марганцевые, железные руды, калийные соли и др.). Сведения о запасах углей в СССР (по состоянию на 1980 г.) и их размещении по регионам страны приведены в табл. 18.

В СССР действуют крупнейшие в мире угольные шахты: «Распадская» № 1 в Кузбассе (годовая мощность 7,5 млн. т); «Воргашорская» № 1 в Печорском бассейне (4,5 млн. т); «Тентекская» в Карагандинском бассейне (4 млн. т); «Должанская-Капитальная» и им. Стаханова в Донбассе (соответственно 4,2 и 4 млн. т).

Проектируются более мощные угольные шахты и рудники на участках месторождений с благоприятными горно-геологическими условиями.

Т а б л и ц а 18. Общие геологические запасы углей СССР [см.: 10, с. 93]

Регионы	Типы углей	Общие геологические (ресурсы), млрд. т			Разведанные, млрд. т		
		Всего	В том числе		балансовые (резервы)		забалансовые
			кондиционные	некондиционные	A+B+C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	
Всего по СССР	Каменные	4649	3823	826	171	87	91
	Бурые	2157	1786	371	110	51	44
	Все	6806	5609	1197	281	138	135
Европейская часть	Каменные	378	179	199	66	19	36
	Бурые	95	39	56	10	2	10
	Все	473	218	255	76	21	46
Западная и Восточная Сибирь	Каменные	3247	2740	507	80	60	50
	Бурые	783	606	177	76	42	12
	Все	4030	3346	684	156	102	62
Дальний Восток и северо-восточные районы	Каменные	922	834	88	8	5	1
	Бурые	1167	1052	115	12	4	5
	Все	2089	1886	203	20	9	6
Казахстан	Каменные	66	38	28	16	2	4
	Бурые	104	83	21	9	3	17
	Все	170	121	49	25	5	21
Средняя Азия	Каменные	37	33	4	1	1	0
	Бурые	7	5	2	3	0	0
	Все	44	38	6	4	1	0

За последнее время уровень добычи угля с применением механизированных комплексов превысил 67 %, проведения горных выработок комбайнами — 38 %. В угольных бассейнах страны завершён в основном переход на конвейерную доставку угля в наклонных выработках. Увеличивается число бригад, добывающих 1000 и более тонн угля из одного очистного забоя в сутки.

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по ускорению технического перевооружения шахт Министерства угольной промышленности СССР» (1981 г.) отмечено, что в области технического перевооружения шахт главными задачами являются: увеличение мощностей заводов угольного машиностроения для более полного удовлетворения потребностей отрасли в высокопроизводитель-

ном надежном горно-шахтном оборудовании; улучшение условий труда и техники безопасности; совершенствование горного хозяйства шахт, расширение применения средств механизации и автоматизации производственных процессов.

В энергетической программе СССР предусмотрено дальнейшее повышение технического уровня и улучшение структуры шахтного фонда путем реконструкции и технического перевооружения шахт, ускорения их строительства, более полное использование мощностей по добыче угля. К 2000 г. намечено завершить комплексную механизацию очистных работ, довести добычу угля без постоянного присутствия людей в забоях до 10 % объема подземной добычи, проведение выработок комбайнами — до 65 % всего объема проведения выработок, увеличить удельный вес гидродобычи до 10 % объема подземной добычи угля. Ключевым направлением технического перевооружения шахт являются комплексная механизация и автоматизация подготовительных и очистных работ в первую очередь при разработке тонких (менее 0,9 м) пологих и крутых пластов, совершенствование системы подземного транспорта. Планируется производство более совершенных машин для шахт (проходческих комбайнов, выемочных комплексов, ленточных конвейеров и др.). С целью улучшения условий и повышения безопасности труда будут усовершенствованы системы вентиляции, дегазации и обеспыливания шахт. Предусмотрено расширение использования слабоспекающихся углей для получения кокса.

Для дальнейшего развития подземной добычи угля и других полезных ископаемых необходимо принятие дополнительных мер по охране недр и других составных частей природного комплекса.

Классификация причин и характерные виды нарушений окружающей среды приведены в табл. 19. Данные о воздействии подземной добычи угля на окружающую природную среду приведены в табл. 20.

Подземная разработка месторождений полезных ископаемых сопровождается уменьшением площади ценных, используемых в народном хозяйстве земель, деформациями земной поверхности, нарушением и заболачиванием земель, изменением естественного гидрологического режима подземных вод, загрязнением воздушного бассейна, водоемов, рек и почв, неблагоприятным влиянием на растительность и живые организмы.

Т а б л и ц а 19. Классификация причин и характерные виды нарушений окружающей среды [см.: 17, с. 27]

Группы причин	Причины	Характерные виды нарушений окружающей среды
Геомеханические	Отсыпка отвалов, строительство разрезов, сооружение прудов, насыпей и траншей. Деформации поверхности в результате разработки месторождений. Хранение отходов обогатительных фабрик и других производств. Монтажные работы, воздействие тяжелого оборудования и др.	Изменение рельефа местности, геологической структуры горного массива, грунтов, подстилающих почву, самой почвы. Механические повреждения почвы. Уничтожение почвенного покрова и обеднение видового состава растительности. Изменение структуры поверхности. Повреждения строительных объектов и инженерных сооружений
Гидрологические	Дренажирующее воздействие подземных и открытых горных выработок на массив пород. Деформация поверхности в связи с откачиванием подземных вод. Отсыпка отвалов, строительство карьеров, сооружение прудов, насыпей и траншей. Смещение русел водопритоков, сооружение водоемов, водных переходов и других гидротехнических объектов. Загрязнение вод. Откачивание подземных вод для различных целей. Осушение месторождений	Изменение уровня подземных вод и направления их движения, а также гидрографической сети. Ухудшение качества вод неглубоко залегающих водоносных горизонтов, инженерно-геологических констант подпочвенных грунтов, водного режима в почве. Уменьшение запасов подземных вод. Увеличение суффозии и механического уплотнения грунтов (оседание поверхности). Изменение морфодинамического режима рек, изменение пойм
Химические	Эмиссия газов и химических активной пыли. Сбросы загрязненных вод. Воздействие токсичных компонентов, находящихся в отвалах и хранилищах отходов обогащения угля	Изменение состава и свойств атмосферного воздуха, вод (подкисление, засоление, загрязнение), почв (подкисление, засоление, увеличение токсичных элементов, другие загрязнения)
Физикомеханические Термические	Эмиссия пыли и аэрозолей. Сбросы вод, загрязненных суспензией и гидрозолями Загрязнение воздуха. Сбросы подогретых вод. Нагнетание подогретых вод в горный массив	Изменение состава и свойств атмосферного воздуха и вод. Изменение свойств почвы Изменение состава и свойств атмосферного воздуха, а также биохимических процессов в воде. Изменение микроклимата

Т а б л и ц а 20. Воздействие подземной добычи угля на окружающую природную среду [см.: 15, с. 24]

Технологический процесс	Возможные неблагоприятные воздействия на окружающую природную среду
Выемка угля	Нарушения равновесного состояния массивов горных пород: раскрытие естественных трещин и новое трещинообразование, осушение водоносных горизонтов, поступление воды в горные выработки, просачивание газа в горные выработки и на дневную поверхность. Сдвигание поверхности земли над горными выработками, провалы поверхности, заболачивание подработанной поверхности земли; нарушение естественного равновесия в растительном и животном мире; разрушение зданий, сооружений, дорог и т. д.
Выдача на поверхность горной массы и ее обогащение	Создание техногенных ландшафтов за счет отсыпки отвалов пород, добычи инертных материалов для профилактики самовозгорания отвалов, сооружение обогатительных комплексов и дорог к ним. Заболачивание низин у подножий отвалов. Выделение в атмосферу пыли и продуктов горения. Загрязнение промплощадки и прилегающих к ней участков шламами. Загрязнение водосемов шламовыми водами
Выдача шахтных вод на поверхность и их очистка	Нарушение естественного гидрогеологического режима на подработанных и прилегающих к ним площадях. Загрязнение шахтными водами рек и морей. Занятие земель под очистные сооружения
Закладка выработанного пространства	Нарушение естественного ландшафта в связи с созданием и эксплуатацией новых карьеров и дорог к ним. Занятие земель под дороги к отвалам для вывоза закладочного материала. Выделение пыли в атмосферу при добыче и транспортировке закладочного материала

### § 1. Уменьшение площади используемых земель

Площади полезных земель, используемых главным образом в сельском хозяйстве, сокращаются в связи с отводом и нарушением их в результате хозяйственной деятельности людей. Нарушение земель и другие неблагоприятные воздействия на естественные ландшафты оказывают многие виды общественного производства и в первую очередь отрасли горнодобывающей и перерабатывающей промышленности. В результате предстают территории с малой продуктивностью, уменьшенной хозяйственной и эстетической ценностью. Классификация антропогенных ландшафтов и способы использования земель даны в табл. 21.

Нарушения природных ландшафтов при подземной до-



Т а б л и ц а 21. Классификация антропогенных ландшафтов и способы использования земель

Антропогенные ландшафты		Способы использования земли
Классы	Типы	
Сельскохозяйственные	Полевой Лугово-пастбищный Садовый	Пашня Сенокосы и пастбища Сады и виноградники
Лесные	Условно естественные Вторичные (производные) Лесокультурные	Лесные угодья
Водные	—	Водоёмы
Техногенные (промышленные)	—	Сельскохозяйственные угодья, зоны отдыха
Селитебные	—	Городская и сельская застройка

быче угля и его обогащении указаны на рис. 22. Типы нарушенных земель, формы техногенного рельефа и факторы, определяющие возникновение техногенного рельефа при подземной добыче угля указаны в табл. 22.

В угольной промышленности Украины шахтами занято 17,5 тыс. га ценных земель, предприятиями по обогащению и переработке угля — 3,5 тыс. га. Шахты и обогатительные фабрики Донбасса ежегодно складировать в отвалах 70 млн. т породы, что требует отвода земель до 500 га в год. Зоны затопления и заболачивания занимают около 20 тыс. га.

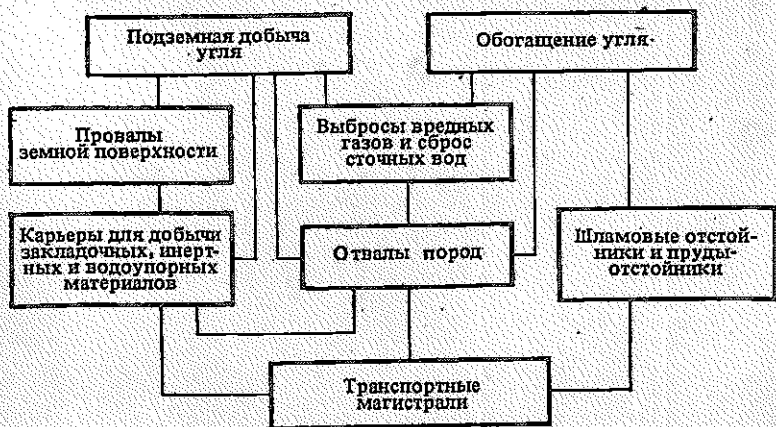


Рис. 22. Нарушения природных ландшафтов при подземной добыче угля и его обогащении

Т а б л и ц а 22. Классификация основных форм техногенного рельефа земной поверхности при подземной добыче угля [см.: 15, с. 29—30]

Типы нарушенных земель	Формы техногенного рельефа	Факторы, определяющие возникновение техногенного рельефа
Провалы	<p><i>Денудационные</i></p> <p>Мульдообразные заболоченные</p> <p>Мульдообразные террасированные</p> <p>Каньонообразные</p> <p>Каньонообразные с останцами</p> <p><i>Аккумулятивные</i></p>	<p>Разработка пологих пластов угля мощностью от 0,7 м и более при полном обрушении кровли, при низком расположении водоносных горизонтов</p> <p>Разработка одиночных или свит пологих и наклонных пластов с полным обрушением кровли</p> <p>Разработка мощных и средней мощности крутых пластов с устойчивыми к обрушению породами кровли</p> <p>То же, при разработке сближенных пластов угля с устойчивыми к обрушению и выветриванию породами</p>
Шахтные отвалы и отвалы отходов обогатительных фабрик	<p>Плоские (платообразные)</p> <p>Плоские (платообразные) террасированные</p> <p>Плоские с односторонним наклоном оснований</p> <p>Плоские с двухсторонним наклоном оснований</p> <p>Плоские с двухсторонним наклоном оснований и зарегулированием воды</p> <p>Плоские с трехсторонним наклоном оснований</p>	<p>Отсыпка одноярусных отвалов шахтных пород на горизонтальных или слабонаклонных участках земли</p> <p>Отсыпка многоярусных отвалов на таких же участках земли</p> <p>Отсыпка отвалов шахтных пород на склонах балок с углами более 10°</p> <p>Отсыпка отвалов шахтных пород в виде плотин большой ширины, перегораживающих балку (доставка породы в отвал ведется автомобильным транспортом, паводковые и другие воды фильтруются через отвал без зарегулирования)</p> <p>То же, но с зарегулированием воды</p> <p>Отсыпка отвалов пород в верховьях балок</p>

Типы нарушенных земель	Формы техногенного рельефа	Факторы, определяющие возникновение техногенного рельефа
Насыпи, дамбы	Гребневидные	Отсыпка отвалов шахтных пород с применением для транспортирования пород подвесных канатных дорог
	Конические (терриконы)	То же, с применением скипов или опрокидных вагонеток
	Коническо-плоские	Отсыпка конических отвалов шахтных пород с применением для транспортировки скипов или опрокидных вагонеток и при формировании плоского отвала
	Гидроотвалы	Отвалообразование с применением гидротранспорта пород
	Валы трапецевидные	Строительство транспортных магистралей, водозащитных сооружений

## § 2. Деформации земной поверхности, нарушения и заболачивание земель

Подземная разработка месторождений полезных ископаемых вызывает сдвигание вышележащей и нижележащей толщ горных пород и сопровождается деформированием земной поверхности. Вышележащая (подрабатываемая) толща горных пород, в зависимости от характера и степени ее деформирования, делится на четыре зоны (рис. 23):

I — зона обрушения высотой до  $6 m$  ( $m$  — нормальная вынимаемая мощность пласта), породы в ней наиболее разрушены и разделены на отдельные блоки;

II — зона трещин высотой до  $40 m$ , характеризуется появлением в прогибающихся слоях нормально секущих трещин и трещин по напластованию, образующих системы водопроводящих каналов по нормали к напластованию;

III — зона плавного прогиба, распространяется при определенных условиях до земной поверхности и отличается образованием отдельных трещин, не сообщающихся между собой в направлении, нормальном к напластованию;

IV — зона опорного давления, обладает повышенными по сравнению с остальным массивом вертикальными напряжениями и деформациями сжатия. Распространяется она над целиком угля, примыкающим к выработанному пространству. Ширина этой зоны в плоскости пласта составляет примерно  $0,3 H$  ( $H$  — глубина горных работ).

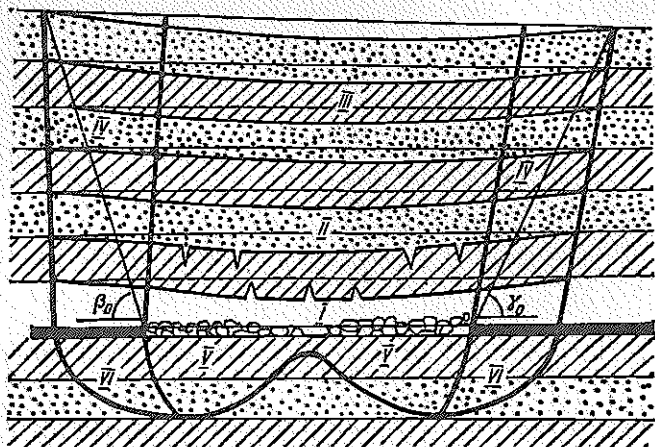


Рис. 23. Зоны влияния очистной выработки

В нижележащей (надрабатываемой) толще выделяются две зоны:

V — зона разгрузки, в которой наблюдаются деформации растяжения пород в вертикальном направлении (расположена под выработанным пространством);

VI — зона опорного давления с размером по нормали к напластованию, примерно равным  $0,3 H$  (расположена под целиком угля).

Данными о зонах сдвигения толщи горных пород руководствуются при установлении мер охраны шахтных стволов, околоствольных выработок, а данными о сдвигении земной поверхности — при установлении мер охраны сооружений, расположенных на земной поверхности.

Выемка угольных пластов приводит к нарушению состояния равновесия пород и их сдвигению, проявляющемуся в образовании на земной поверхности мульды сдвигения (рис. 24). Отдельные точки этой мульды сдвигаются неодинаково, в результате чего возникают вертикальные (наклоны, кривизна) и горизонтальные (растяжение, сжатие) деформации, а также трещины, уступы и провалы на поверхности.

Сдвигения и деформации горных пород и земной поверхности при неблагоприятных условиях могут вызвать повреждения в объектах, расположенных в зоне влияния подземных разработок (в мульде сдвигения), а также увеличение водопроницаемости и газопроницаемости пород над выработанным пространством.

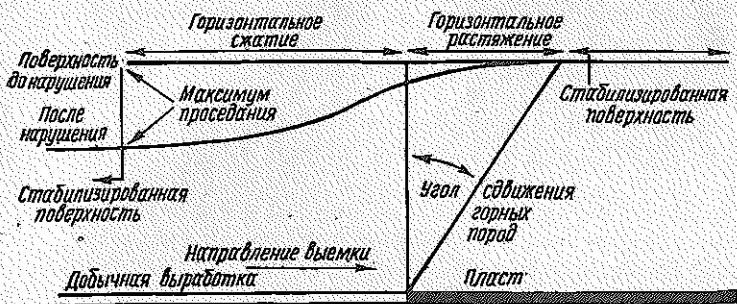


Рис. 24. Характер деформаций поверхности при выемке пласта

Размеры зоны влияния подземных разработок на сооружения и другие объекты, величины, характер и продолжительность сдвижения горных пород и земной поверхности зависят от следующих факторов: мощности, угла падения и глубины разрабатываемых пластов; размеров очистных выработок, расположения и размеров оставляемых в очистной выработке целиков; способа управления горным давлением; скорости подвигания забоя; наличия вблизи очистной выработки ранее отработанных площадей; физико-механических свойств пород; структурных особенностей массива горных пород (мощность слоев, геологические нарушения, несогласное залегание пород с разрабатываемыми пластами и др.).

В условиях разработки крутых пластов возможно появление на земной поверхности трещин с образованием уступов.

Характер распределения деформаций земной поверхности в мульде сдвижения и их величины зависят в основном от углов падения пластов, размеров выработки, глубины горных работ, мощности разрабатываемых пластов, свойств вышележащей толщи горных пород.

Проседание пород представляет собой процесс *вертикального смещения* земной поверхности, который возникает при выемке полезного ископаемого из толщ горных пород. Одновременно этот процесс сопровождается горизонтальными смещениями поверхности, механизм которых более сложен, так как при этом происходят вертикальные и горизонтальные сдвиги пород. Проседание поверхности при подземной добыче — наиболее распространенная форма нарушений, которые непосредственно связаны с извлечением минерального сырья из недр. По мере совершенствования технологии подземных работ распространенность данного явления не снижается и оно остается острой проблемой во

всех угольных бассейнах мира. Характер вертикальных смещений зависит от целого ряда технологических и геологических факторов, среди которых можно выделить основные; мощность продуктивного пласта; параметры выемочного пространства, где добывается полезное ископаемое; угол сдвижения горных пород (при данной мощности пласта и глубине ведения горных работ проседания максимальные, если достигнута определенная ширина выработанного пространства; ширина выражается через угол сдвижения, который может существенно изменяться от выработки к выработке); степень заполнения выработки пустой породой после завершения добычи; разнообразие геологической структуры месторождения (в первую очередь характер дислоцированности и складчатости угольных пластов) и различия в прочности вышележащих наслоений; скорость выемки и методы ведения горных работ.

*Горизонтальное смещение*, характер которого предсказать труднее, сопровождается вертикальным проседанием и возникает в результате перемещения параллельно выработке желобовидного прогиба, вызывающего волнообразное движение поверхности. Оно пропорционально величине вертикального сдвига и обратно пропорционально глубине разработки. С увеличением вынимаемой мощности пласта оседания, деформации и время сдвижения пород увеличиваются. Наибольшие сдвижения пород и деформации поверхности наблюдаются при управлении кровлей полным обрушением пород, а наименьшее — полной закладкой выработанного пространства. Последнее помимо повышения безопасности ведения горных работ имеет следующие преимущества перед другими способами управления кровлей в части охраны природы [15, с. 55]:

1. Значительно уменьшен расход лесных материалов, а следовательно, и заготовок леса для угольной промышленности.

2. Работа с закладкой позволяет поддерживать откаточные и вентиляционные штреки без оставления надштрековых и подштрековых целиков, что снижает потери угля в недрах и предотвращает пожары от самовозгорания угля.

3. Порода остается в шахте, в результате чего увеличивается производительность шахтного транспорта и не создаются отвалы породы на поверхности.

4. Обеспечивается сохранность зданий и сооружений при подработке более полная выемка угля, который содержится в целиках под зданиями и сооружениями, руслами рек и водохранилищами.

Размеры выработанного пространства (до определенного предела) существенно увеличивают оседания и абсолютные сдвигения и в меньшей степени — относительные деформации.

Оставление целиков в выработанном пространстве заметно влияет на деформации поверхности в мульде сдвигения и увеличивает потери угля, зависящие от системы разработки (при системах разработки короткими забоями потери достигают 25...40 %).

Скорость подвигания очистного забоя существенно сказывается на продолжительности и интенсивности процесса сдвигения.

Глубина ведения горных работ оказывает влияние на деформации земной поверхности, характер и степень проявления горного давления в толще пород. С увеличением глубины разработки все виды деформаций земной поверхности уменьшаются. Особенно чувствительна к этому фактору кривизна сглаженной мульды сдвигения (она обратно пропорциональна квадрату глубины разработки).

Механические свойства и структурные особенности горных пород оказывают влияние на все параметры и показатели процесса сдвигения. Наиболее тесная зависимость от этого фактора прослеживается в значениях углов сдвигения по простираню, образующихся при различных свойствах горных пород.

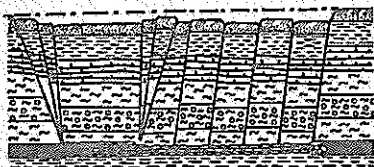
Характер и параметры процесса сдвигения в значительной мере определяются строением толщи горных пород. По этому признаку все месторождения делятся на два типа: со слоистым строением пород и неслоистым строением пород. Все угольные и сланцевые месторождения относятся к слоистым, у которых за пределами зоны беспорядочного обрушения сдвигение пород всяческого бока происходит в форме последовательного расслоения и прогиба в сторону выработанного пространства, а также сдвига их по плоскостям расслоения. По мере увеличения угла падения пород в сдвигение вовлекаются породы лежащего бока, сползающие по их контактам, поверхностям наслоения.

Рассмотренные закономерности сдвигения горных пород и связь их с горно-геологическими и техническими условиями разработки месторождений подземным способом должны учитываться при разработке мероприятий по охране окружающей среды на шахтах и полному использованию минеральных ресурсов.

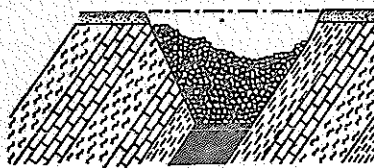
Разработка месторождений полезных ископаемых подземным способом не вызывает таких значительных разрушений ландшафтов, как открытая. Характерные виды сдви-



а



б



в

Рис. 25. Характерные виды сдвига толщи горных пород при подземной разработке месторождений полезных ископаемых:

а — плавное, без нарушения сплошности пород; б — блоками с нарушением сплошности пород; в — с обрушенном пород

жения толщи горных пород при подземной разработке показаны на рис. 25.

Оседания поверхности могут привести к подтоплению и заболачиванию земель. При возникновении трещин и провалов поверхности их необходимо засыпать, земельный участок рекультивировать.

### § 3. Изменение гидрологического режима подземных вод

В толще горных пород участка месторождения в силу климатических условий и процессов фильтрации устанавливается естественный гидрологический режим подземных вод, влияющий на характер природных условий местности.

Подземные горные разработки изменяют естественный гидрологический режим

горного отвода и прилегающих к нему территорий. При извлечении полезных ископаемых с обрушением пород кровли в зону обрушения вовлекаются водоносные горизонты. В результате откачивания воды массивы пород осушаются, понижается уровень грунтовых вод, уменьшается дебит водотоков или они исчезают, ухудшается структура грунтов (уплотняются), проседает земная поверхность, резко снижаются урожаи сельскохозяйственных культур, если они выращиваются без полива и, наконец, обедняется или исчезает экологическая система. Восстановление гидрологических условий после окончания горных работ, в зависимости от вида и масштабов происшедших нарушений среды, может протекать в течение многих десятилетий.

Взаимосвязь горных работ и гидрологии примыкающих к горным отводам районов обычно рассматривается с точки зрения борьбы с подземными водами. Другая сторона — ущерб, наносимый подземными горными работами окружающей среде в связи с откачкой подземных вод, в расчет,



как правило, не принимается. Отдельные рудники и шахты откачивают из земных недр тысячи или десятки тысяч, а все горные предприятия бассейнов — сотни тысяч или миллионы кубических метров воды в сутки. В угольной промышленности СССР ежегодно выдается на поверхность до 2,4 млрд. м<sup>3</sup> шахтных, дренажных и шламовых вод, для очистки которых используют около 600 очистных сооружений. Очищенные воды все в большей степени восполняют дефицит водоснабжения горных предприятий, но использование откачиваемой из-под земли воды дает несравненно меньший эффект, чем оставление воды в недрах.

Забор подземных вод из природных коллекторов наносит большой ущерб окружающей среде. Откачивание подземных вод, подтопляющих карьеры Курской магнитной аномалии, привело к истощению водоносных горизонтов и нарушило водоснабжение нескольких городов, многих сел. При проектировании рудников важной считалась только задача осушения. Теперь же требуются значительные средства для восстановления нормального водного режима региона.

#### **§ 4. Загрязнение воздушного бассейна, водоемов и почв**

Подземная разработка месторождений полезных ископаемых сопровождается значительным загрязнением воздушного бассейна, водных объектов и почвы. Загрязняющие атмосферный воздух вещества и способы предотвращения его загрязнения указаны в табл. 23.

При строительстве шахт и на действующих шахтах источниками загрязнения воздуха газами, золой и пылью являются котельные, сушильные установки, обогатительные установки и фабрики, горящие отвалы пород, опрокидыватели, дробилки, склады угля, погрузочные пункты золы, угля и породы, а также другие объекты технологических комплексов на поверхности шахтного поля. При работе этих объектов выделяются дым, пыль и газы, образуется зола и другие отходы. Сжигание угля и других видов топлива сопровождается выделением оксида углерода, сернистого газа, оксидов азота, углеводородов, альдегидов. В золе, образующейся при сжигании углей, содержатся свинец, цинк, германий, мышьяк, уран и другие токсичные и вредные микропримеси. Данные о среднем содержании этих примесей в земной коре и в золе приведены в табл. 24.

Загрязнение почвы в прилегающих к горным предприятиям местностях происходит при рассеивании твердых

Т а б л и ц а 23. Загрязняющие атмосферный воздух вещества и способы предотвращения его загрязнения [см.: 17, с. 70—71]

Загрязняющие вещества и источники их образования	Способы предотвращения загрязнения воздуха
<p><i>Газы</i></p>	
<p>Интенсификация естественных процессов</p>	<p>В отдельных случаях улавливание метана. На предприятиях — усиленная вентиляция, нагнетательное проветривание</p>
<p>Взрывные работы</p>	<p>Пенно-воздушные и воздушно-водяные завесы в местах образования</p>
<p>Работа двигателей внутреннего сгорания</p>	<p>Усиленная вентиляция выработок, в которых работают двигатели внутреннего сгорания, очистка выхлопных газов; применение электроприводов; кондиционирование воздуха в кабинах горных машин</p>
<p>Окислительные процессы в очистных забоях, выработанных пространствах и отвалах</p>	<p>Применение пожаробезопасных систем разработки, уменьшение потерь полезного ископаемого; изоляция выработанных пространств, создание в них инертной атмосферы, заполнение их закладкой или заиливание; на открытых работах в летнее время — быстрая отработка подготовленных к выемке запасов угля, нагнетание воды или антипирогенных растворов (в угольный пласт); взрывание скважин до развития в содержащей серу руде заметного пирогенного процесса; ликвидация очагов пожаров удалением горящего материала, заиливанием, тушением водой или углекислотой, перекрытием породой или стойкой пеной; отсыпка отвалов по схемам, исключающим самовозгорание пород, перестроирование потенциально пожароопасных и горящих отвалов, проливание их, нанесение на них изолирующих покрытий, утилизация пород отвалов и своевременная рекультивация их</p>
<p>Переработка руды</p>	<p>Применение новых технологий (в том числе с замкнутыми производственными циклами), отвод дымов и газов в высокие слои атмосферы; использование эффективных установок для очистки газов; применение малосернистого топлива, газификация и электрификация предприятий</p>
<p><i>Пыль и аэрозоли</i></p>	
<p>Открытые горные работы</p>	<p>Подавление, связывание и улавливание пыли в процессе буровзрывных и погрузочно-транспортных работ (мокрое бурение, бурение с отсасыванием пыли, взрывание без развала горнорудной массы, орошение водой и растворами, применение пен, другие способы); нанесение на отвалы, борта карьеров и карьерные дороги эмульсионных и пленочных покрытий, орошение,</p>

Загрязняющие вещества и источники их образования	Способы предотвращения загрязнения воздуха
Подземные горные выработки	биологическая рекультивация отвалов и карьеров, утилизация пород отвалов Подавление, связывание и улавливание пыли в процессе буровзрывных и погрузочно-транспортных работ (мокрое бурение, бурение с отсасыванием пыли, орошение, применение воздушно-водяных завес, заполнение призабойного пространства пеной, покрытие крепи клейкими пастами)
Рудоперерабатывающие производства	Изоляция мест пылевыделения кожухами и очистка отсасываемого воздуха с помощью фильтров, использование циклонов, других пылеулавливающих устройств, например электростатических; покрытие хвостохранилищ галькой, бетоном, органическими смолами; проведение биологической рекультивации, утилизации материалов отвалов
Транспортировка руды	Сокращение расстояния транспортировки; применение трубопроводов, специальных сосудов, использование пленочных и эмульсионных покрытий

частиц дымовых газов, пыли со складов и отвалов, угольной и породной мелочи, образующихся при переработке и транспортировке угля, пород и отходов производства.

Реки и другие водоемы загрязняются откачиваемыми из шахт неочищенными водами, сточными водами технологических комплексов. При этом реки и другие водные объекты загрязняются песком, илом и шламом, происходит бактериальное загрязнение и засоление водоемов.

Таблица 24. Содержание некоторых элементов в горных породах и в золе от сжигания угля \*

Элементы	Среднее содержание, г/т	
	В породах	В золе
Свинец	16	100
Цинк	40	200
Германий	7	500
Мышьяк	5	500
Уран	2	400

\* Таблица составлена авторами по данным отчетов о геологической разведке участков месторождений.

### § 5. Влияние подземной разработки месторождений на растительность и живые организмы

Загрязнение воздушного бассейна, рек и других водоемов, а также почв при подземной разработке месторождений полезных ископаемых оказывает вредное влияние на

растительность и сообщества живых организмов, обитающих в примыкающей к горным предприятиям местности. Установлено, что по сравнению с человеком и животными растения обладают более высокой чувствительностью к наличию в воздухе оксида серы (IV), фтористого и хлористого водорода. Эти загрязнители наносят большой ущерб сельскому хозяйству и вызывают неблагоприятные устойчивые изменения в природных экологических системах. Действие находящихся в воздухе загрязняющих веществ на растения не одинаково проявляется на разных уровнях организации растительных организмов.

На клеточном уровне происходит поглощение загрязняющего вещества, изменение клеточной среды, действие на жизненные процессы внутри клеток, нарушение обмена веществ, изменения клеток, разрушение и гибель клеток.

В тканях и органах наблюдаются поглощение или осаждение загрязняющего вещества, изменение процессов усвоения, дыхания или транспирации, роста и развития, омертвление, гибель или отмирание органов растений.

В организме имеют место поглощение или осаждение загрязняющего вещества, изменение роста, повышение восприимчивости к болезнетворным организмам, снижение продуктивности, урожая, гибель растений.

На уровне экологической системы происходят: накопление загрязняющих веществ в растениях и таких компонентах экосистемы, как почва, поверхностные и грунтовые воды; вредное влияние накопления загрязняющих веществ на организмы; изменения видового состава, связанные со сдвигами в межвидовой борьбе; нарушение стабильности и уменьшение способности к саморегуляции; распад древостоев и ассоциации; расширение лишенных растительности зон (опустошение).

Повреждение растительности в результате загрязнения воздуха, воды и почвы наносит большой экономический ущерб народному хозяйству, так как вредно влияет на сообщества организмов в экологических системах, ухудшает общий вид местности. Загрязнение водоемов приводит к резкому уменьшению численности или исчезновению видов рыб и других организмов в воде.

### Контрольные вопросы

1. Какой вред природе может быть нанесен на каждом из этапов подземной разработки месторождений полезных ископаемых?

2. Назовите основные группы причин нарушений окружающей природной среды при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

3. Какое воздействие на окружающую природную среду оказывают выемка полезного ископаемого, выдача его на поверхность и переработка, откачка и сброс шахтных вод, закладка выработанных пространств?

4. Какие типы нарушенных земель характерны вследствие подземной разработки месторождений полезных ископаемых?

5. Назовите виды деформаций земной поверхности, возникающие в результате выемки полезных ископаемых.

6. В чем проявляется изменение гидрологического режима подземных вод?

7. Перечислите источники загрязнения воздушного бассейна, водных объектов и почвы при подземной разработке месторождений полезных ископаемых.

8. Охарактеризуйте влияние загрязнений на растительность и живые организмы.

9. Назовите основные вещества, загрязняющие воздух, воды и почву.

10. В чем отличаются воздействия на природу открытой и подземной разработки месторождений полезных ископаемых?

## **Глава 6. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ВЛИЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ**

Подземная разработка месторождений полезных ископаемых оказывает существенное неблагоприятное влияние на окружающую среду, загрязняя, разрушая и вызывая необратимые изменения в экологических системах. Поэтому дальнейшее развитие горнодобывающей промышленности должно сочетаться с осуществлением системы мероприятий, направленных на охрану и восстановление всех составных частей природного комплекса. Эта проблема является актуальной для всех развитых стран мира. Решению этой проблемы в нашей стране уделяется особенно большое внимание.

При подземной разработке месторождений полезных ископаемых основными источниками неблагоприятного воздействия на окружающую среду являются: выброс пыли и газов в атмосферу; сброс в водоемы шахтных и бытовых сточных вод; сокращение площади, загрязнение и разрушение плодородных земель; подработка поверхности разрабатываемых участков месторождений; накопление больших объемов выдаваемой из шахт и рудников породы, отходов обогащения и переработки полезных ископаемых.

### **§ 1. Охрана воздушного бассейна**

На промышленных площадках горных предприятий и в прилегающих к ним зонах источниками загрязнения воздуха пылью и газами являются котельные, сушильные уста-

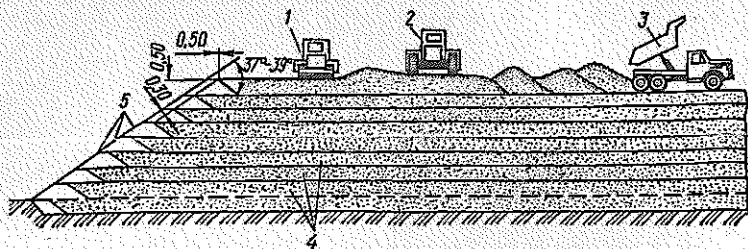


Рис. 26. Схема формирования плоского отвала породы:

1 — уплотнение породы прицепным катком; 2 — разравнивание породы бульдозером; 3 — доставка породы автосамосвалом; 4 — слой породы в отвале; 5 — валы из негорючих материалов

новки, склады полезных ископаемых, отвалы горных пород, погрузочные пункты и т. п.

Для уменьшения концентрации пыли и газов в приземном слое воздуха до предельно допустимых количеств во время работы котельной и сушильных установок сооружаются дымовые трубы. Котлы оборудуются циклонами и золоуловителями для очистки дыма от пыли и золы. Для сжигания в топках используются малосернистый уголь или газ (метан). Шлак из котельной удаляется в закрытых контейнерах. Осуществляется обеспыливание технологического комплекса поверхности шахт: в здании дробильно-закладочного комплекса, в местах погрузки и перегрузок полезного ископаемого и породы производится отсасывание пыли, при этом в атмосферу через вентиляторы попадает обеспыленный воздух, прошедший очистку в циклонах или других установках.

Порода в плоских отвалах во избежание самовозгорания уплотняется и переслаивается глиной. После формирования отвала поверхность его покрывают слоем почвы, высаживают деревья и кустарники, сеют травы. Схему формирования плоского отвала породы показывает рис. 26.

Технологические комплексы шахт, являющиеся источниками загрязнения атмосферы, необходимо оборудовать системой с отсасыванием и очисткой запыленного воздуха, а выбросы котельных очищать от вредных компонентов в специальных установках. Мероприятия по защите атмосферного воздуха от загрязняющих его промышленных выбросов шахт должны обеспечивать снижение концентраций вредных газов и пыли до гигиенических норм, утвержденных Министерством здравоохранения СССР.

При эксплуатации действующих и сооружаемых газопылеулавливающих установок необходимо руководствоваться

ся Правилами технической эксплуатации и безопасного обслуживания газопылеулавливающих установок, утвержденными Государственной инспекцией по контролю за работой газоочистных и пылеулавливающих установок.

С целью предотвращения попадания в атмосферу вредных газов от сгорания пород в отвалах принимают меры против самовозгорания пород, а тушение проводят в соответствии с Правилами безопасности и Правилами технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт.

В СССР действуют государственные стандарты и системы стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов, в которую входят стандарты по охране атмосферы, гидросферы, лесов и земель (ГОСТ 17.2.1.03—84, ГОСТ 17.1.1.01—77, ГОСТ 17.4.1.03—84 и др.). В стандартах по охране атмосферы изложены современные гигиенические, экологические и экономические требования защиты атмосферы от промышленных выбросов, регламентирован порядок установления и контроля предельно допустимых выбросов (ПДВ) вредных веществ в атмосферу промышленными предприятиями. Соблюдение стандартов обеспечивает сохранение чистоты воздушного бассейна.

Промышленные производства и технологические установки, являющиеся источниками загрязнения атмосферы, подразделяют на группы: имеющие условно чистые выбросы с содержанием вредных веществ не более нормы; имеющие неприятные запахи выбросов; содержащие в выбросах нетоксичные вещества; имеющие выбросы с канцерогенными, токсичными или ядовитыми веществами.

В зависимости от агрегатного состояния вредных веществ выбросы делятся на четыре класса: газообразные и парообразные; жидкие; твердые; смешанные.

Количество вредных веществ в приземном слое атмосферы не должно превышать значений, установленных в санитарных нормах. В СНиПах определены предельно допустимые количества (ПДК) загрязняющих веществ в зависимости от объемов воздуха, удаляемого из зоны работы технологического оборудования. Предельно допустимое количество пыли  $C_1$  ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ) в очищенных вентиляционных выбросах при объеме воздуха более  $15\,000\ \text{м}^3/\text{ч}$  определяется по формуле

$$C_1 = 100K, \quad (6.1)$$

где  $K$  — коэффициент, величина которого зависит от предельно допустимого количества.

Значение коэффициента  $K$  зависит от ПДК пыли в рабочей зоне производственных помещений следующим образом:

ПДК, мг/м <sup>3</sup>	до 2	2...4	4...6	6...10
$K$	0,3	0,6	0,8	1

При объеме очищенных вентиляционных выбросов  $L$  менее 15 000 м<sup>3</sup>/ч предельное остаточное содержание пыли  $C_1$ , мг/м<sup>3</sup> в них определяется по формуле:

$$C_1 = (160 - 4L)K. \quad (6.2)$$

Предельно допустимое количество вредных веществ в воздухе рабочей зоны производственных помещений принимается в соответствии с Санитарными нормами [см.: 27, с. 56—71]. Предельно допустимое количество наиболее часто встречающихся аэрозолей преимущественно фиброгенного действия приведено в табл. 25.

Для обеспечения ПДК производится расчет рассеивания примесей или очистка выбрасываемого воздуха в специальных аппаратах: пылесадочных камерах, фильтрах, циклонах или батарейных циклонах. Схема устройства циклонов НИИОГАЗа показана на рис. 27. Для очистки от пыли и золы, дыма и газов применяются электрофильтры и специальные золоуловители (скрубберы). Схема устройства и действия этих аппаратов показана на рис. 28 и 29.

Очистка выбросов от вредных газообразных примесей осуществляется в специальных газоочистных аппаратах (ад-

Т а б л и ц а 25. ПДК аэрозолей преимущественно фиброгенного действия [см.: 27, с. 67—70]

Вещество	ПДК, мг/м <sup>3</sup>
Пыли, содержащие кристаллическую пыль оксида кремния (IV), %:	
свыше 70 (кварцит, диас и др.)	1
10...70 (гранит, шамот, слюда-сырец, углеродная пыль и др.)	2
2...10 (углеродная и угольная пыль, глина и др.)	4
Доломит	6
Диатомит	1
Известняк	6
Силикаты и силикатсодержащие пыли:	
асбест природный и искусственный, а также смешанные асбестопородные пыли при содержании в них асбеста более 10 %	2
асбестоцемент	6
тапль, стеклянное и минеральное волокно	4
цемент, оливин, апатит, фостерит	6



сорберах) разного типа. Схема устройства и действия адсорбера показана на рис. 30.

Мероприятия по охране окружающей среды направлены также на значительное уменьшение или полное исключение шума, вредно влияющего на работающих, население и вообще живые организмы. Шум представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной силы и громкости и рассматривается как фактор загрязнения окружающей среды, причем его значение среди факторов, неблагоприятно воздействующих на условия жизни и здоровье людей, повышается.

Звук как физическое явление представляет собой колебание упругой среды. Одной из величин, характеризующих звуковую волну, является интенсивность звука, о которой

судят по звуковому давлению. Уровни звуковых давлений выражаются в децибелах. Децибел (дБ) принят за единицу измерения уровня интенсив-

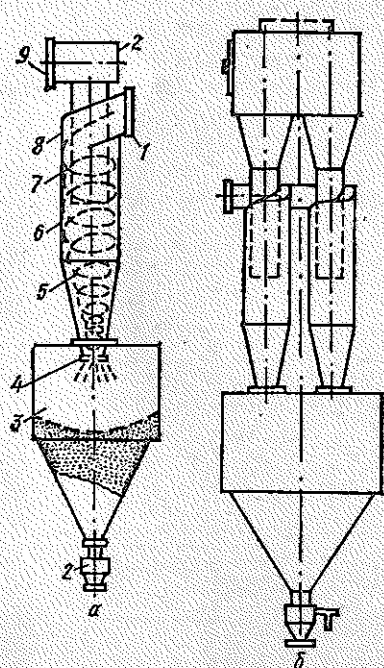


Рис. 27. Циклоны НИИОГАЗа:

а — одиночный; б — групповой; 1 — входной патрубок; 2 — пылевой затвор; 3 — бункер; 4 — пылевывпускное отверстие; 5 — корпус (коническая часть); 6 — корпус (цилиндрическая часть); 7 — выхлопная труба; 8 — винтообразная крышка; 9 — выход очищенного газа

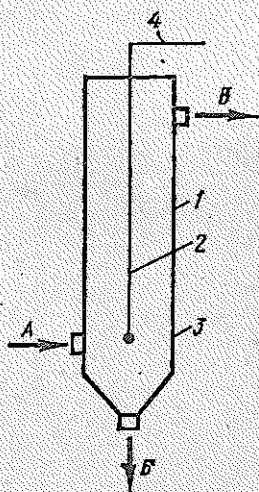


Рис. 28. Схема устройства и действия электрофилтра (А — подлежащий очистке газ; В — пыль; В — очищенный газ):

1 — осадительный электрод; 2 — коронирующий электрод; 3 — 4 — проводники электрического тока

ности звука. Различают максимальные и минимальные звуковые давления и интенсивности звука, воспринимаемые человеком. Они называются пороговыми. Минимальное значение интенсивности звука, принимаемое за 0 дБ,— *порог слышимости*, соответствует еле ощутимым человеком звукам. Максимальная интенсивность звука, определяемая в 140 дБ,— *порог болевого ощущения*; соответствует звукам, которые не воспринимаются органом слуха как звуки и вызывают болевые ощущения. Допустимый уровень интенсивности звука, считающийся нормальным для жизнедеятельности человеческого организма, не должен превышать 65 дБ. Интенсивность звука более 180 дБ смертельна для человека. Вредны для здоровья людей и значительно меньшие уровни шума.

Шум — одна из форм физического (волнового) загрязнения, адаптация к которой невозможна. Сильный шум (более 90 дБ) приводит к болезням нервно-психического стресса и ухудшению слуха. Очень сильный шум (свыше 110 дБ) вызывает резонанс клеточных структур протоплазмы, разрушение тканей. Шкала силы звука построена на ло-

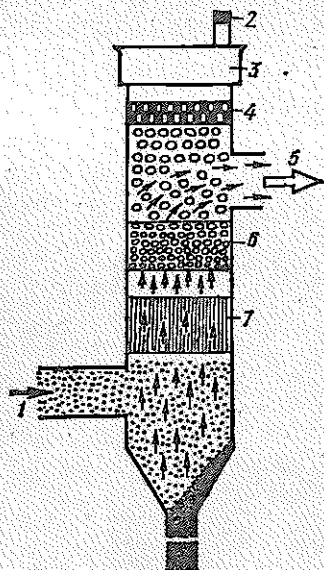


Рис. 29. Схема устройства и действия мокрого золоуловителя (скруббера):

1 — вход неочищенного газа; 2 — поступление воды; 3 — оросительный бак; 4 — распределительная насадка; 5 — выход очищенного газа; 6 — основная насадка; 7 — щитовая насадка

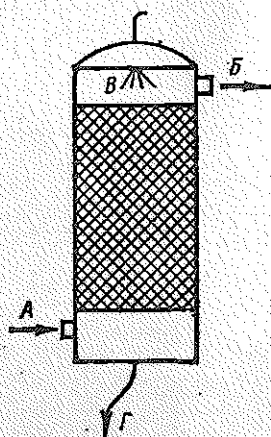


Рис. 30. Схема адсорбера для очистки газа от загрязняющих веществ:

А — подлежащий очистке газ; Б — очищенный газ; В — распылитель жидкости; Г — раствор загрязняющего вещества в жидкости

Таблица 26. Шкала силы звука [см.: 24, с. 28]

Сила звука, дБ	Пример звука данной силы	Действие на орган слуха человека
0	Полная тишина	Порог слышимости
10	Шепот, тихий шелест листьев	Благоприятное действие
20	Домашний комфорт	То же
30	Тихий разговор	Норма громкости звука ночью
40	Обычный разговор	Норма громкости звука днем
50	Разговор в учреждении	Шумовое утомление (шумовой стресс)
60	Громкий разговор	То же
70	Шум проезжей улицы с умеренным движением	»
80	Шум токарного станка	»
90	Шум на шоссе с очень интенсивным движением	Порог начала нарушения органа слуха
100	Шум в тоннеле метро при прохождении поезда	Нарушение органа слуха
110	Шум реактивного самолета	Порог начала интенсивного разрушения органа слуха
120	Мощный раскат грома, запуск ракеты	Болевой порог
130	Сверхшумная электромузыка	Разрушительный порог
140	Рев взлетающего реактивного самолета	Болевые ощущения
150	Рев взлетающего сверхзвукового реактивного самолета	
160	Выстрел из ружья вблизи уха	Труднопереносимая боль Мгновенное разрушение барабанных перепонки

гарифмах отношений данной величины звука к порогу слышимости (табл. 26).

Профессиональная вредность шума обусловлена постепенными изменениями во внутреннем ухе человека, которые вызывают ослабление слуха вплоть до полной его потери. При длительном воздействии шума, кроме потери слуха, ухудшается состояние нервной системы человека, что проявляется в повышении кровяного давления, нарушении остроты зрения, уменьшении работоспособности. На производстве шум мешает распознавать сигналы и признаки, предшествующие авариям, способствует возникновению несчастных случаев. Допустимые уровни шума на производстве зависят от частоты звука: при частоте до 350 Гц — 90...100 дБ; при частоте 350...800 Гц — 85...90 дБ; при более высокой частоте — 75—85 дБ. Для территорий различного назначения допустимые уровни шума приведены в табл. 27.

**Т а б л и ц а 27. Допустимые уровни шума на территориях различного хозяйственного назначения [см.: 26, с. 89]**

Территории	Уровень шума, дБ	
	ночью	днем
Зоны населенных мест	45	60
Промышленные территории	55	65
Зоны массового отдыха и туризма	35	50
Санитарно-курортные зоны	30	40
Территории сельскохозяйственного назначения	45	50
Территории заповедников и заказников	до 30	до 35

Для борьбы с шумом в горнодобывающей промышленности осуществляется комплекс мероприятий, включающий выбор совершенной и менее шумящей техники и технологии добычи и переработки полезных ископаемых, изоляцию источников шума, применение поглотителей шума, правильное размещение жилья и предприятий, установку шумоотражателей, озеленение территорий и промышленных площадок предприятий.

В проектах предприятий и отдельных производств следует предусматривать технологический процесс и производственное оборудование, при которых будут обеспечены: отсутствие или минимальные выделения в воздух помещений, в атмосферу и в сточные воды вредных или неприятно пахнущих веществ, а также отсутствие или минимальные выделения тепла и влаги в рабочие помещения; отсутствие или минимальные образования шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн, радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений.

## **§ 2. Охрана водных ресурсов**

Для уменьшения объема загрязненной воды, откачиваемой из шахты, принимаются меры по сокращению притока воды в горные выработки до начала разработки шахтного поля и в период эксплуатации его. Загрязненные взвешенными веществами шахтные воды подвергаются очистке в отстойниках с применением коагулянтов, в прудах-осветлителях или пропускаются через специальные фильтры.

Минерализованные шахтные воды опресняются в специальных установках или разбавляются в прудах-отстойниках сточными водами в паводковый период. Кислые и железосодержащие шахтные воды нейтрализуются добавлением щелочных реагентов, адсорбентов или методом аэрации. Образующийся после очистки шахтных вод осадок подде-

жит утилизации, захоронению или складированию. Очищенные шахтные воды обеззараживаются с применением раствора хлора, бактерицидных ламп, хлорной извести или другими способами. После очистки и обеззараживания шахтные воды в максимальной мере используются для технических нужд (производственно-противопожарного водоснабжения и т. д.). Для предотвращения загрязнения рек и других водоемов сточными водами бытовые стоки воды шахты и поселка направляются на общие очистные сооружения для полной их биологической очистки. Дождевые воды с промплощадки шахты отводятся по специальным каналам, а под автодорогами и подъездными путями — по железобетонным трубам.

Термальное загрязнение водной среды предупреждают, пропуская нагретые воды через охладительные бассейны и уменьшением температуры вод до 298 К (25 °С) и менее.

Контроль качества шахтной воды, используемой на технические нужды, должен производиться не реже одного раза в десять дней, сбрасываемой в водоемы и водостоки — не менее одного раза в три месяца. Шахтные воды после соответствующей очистки или без нее должны быть максимально использованы для производственных нужд шахты или смежных предприятий. Условия спуска сточных вод в водоемы определяются в каждом конкретном случае на основе расчетов в соответствии с требованиями Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами в зависимости от объема и состава сточных вод и санитарного состояния водоема.

По показателям загрязненности шахтные воды подразделяются на загрязненные взвешенными веществами, минерализованные и кислые. При появлении в шахтной воде микроэлементов, органических, радиоактивных веществ и нефтепродуктов, превышающих предельно допустимые количества, должна производиться очистка воды.

Распределение шахт основных угольных бассейнов страны по величине притоков шахтных вод приведено в табл. 28.

По величине минерализации шахтные воды классифицируются следующим образом [16, с. 14]:

Воды	Минерализация, г/л
Пресные	До 1
Слабосоленоватые	1...3
Солоноватые	3...5
Сильносоленоватые	5...10
Соленые	10...25
Сильносоленые	25...50
Рассолы	Свыше 50

Т а б л и ц а 28. Распределение шахт основных угольных бассейнов СССР по величине притока шахтных вод [см.: 15, с. 117]

Притоки шахтных вод, м <sup>3</sup> /ч	Бассейны							
	Донецкий		Кузнецкий		Карагайлинский		Печорский	
	Число шахт, %	Общий приток, %	Число шахт, %	Общий приток, %	Число шахт, %	Общий приток, %	Число шахт, %	Общий приток, %
до 150	47,1	22,0	25,0	9,5	80,7	62,2	48,0	25,0
150...300	35,7	39,6	36,8	24,3	19,3	37,8	40,0	39,0
300...500	12,7	24,2	22,4	24,4	—	—	4,0	9,8
500...1000	4,0	10,9	11,8	25,8	—	—	8,0	26,2
Более 1000	0,5	3,3	4,0	16,0	—	—	—	—

Шахтные воды отличаются большим разнообразием химического состава, непригодны для питья и обладают свойствами, исключающими их использование в технических целях без предварительной обработки. Загрязняющие шахтные воды вещества делятся на минеральные, органические и бактериальные. К минеральным загрязняющим веществам относятся: песчаные и глинистые частицы, минеральные включения углей (кварц, пирит, карбонаты и др.), инертная пыль, а также содержащиеся в шахтных водах растворенные соли, щелочи и кислоты.

Органические загрязняющие вещества — это частицы чистого угля, продукты жизнедеятельности живых организмов, разложения древесины и другие, основной составной частью которых является углерод (органический). Нерастворимые включения находятся в воде в виде грубодисперсных взвесей с размером частиц более 100 мкм, а также суспензий и коллоидных взвесей с размером частиц соответственно от 100 до 0,1 и от 0,1 до 0,001 мкм.

*Бактериальные вещества*, загрязняющие шахтные воды, — различные микроорганизмы, среди которых наиболее распространены плесневые грибы, микробы кишечной группы и др.

Шахтная вода обычно не имеет запаха, однако иногда затхлый, неприятный запах придает ей растворенный сероводород или разлагающиеся органические вещества. Температура воды в зависимости от географического расположения шахт и глубины разработки колеблется в пределах 279...298 К (6...25 °С). Цвет воде придают растворенные и взвешенные вещества. Например, железистые соединения придают воде бурую окраску, если же твердая фаза представлена преимущественно дисперсными частицами угля, шахтные воды приобретают черный цвет. При значительном

количестве породных включений цвет воды становится серым. Иногда встречаются шахтные воды с желтовато-серым цветом, указывающим на присутствие в основном мельчайших глинистых частиц.

Содержание взвешенных веществ в воде изменяется в широких пределах. Например, в шахтных водах Карагандинского и Донецкого бассейнов содержание их находится в пределах 150...550 мг/л.

При вкус шахтной воде придают в основном растворенные минеральные соединения, газы и другие вещества. Распространенный солоноватый привкус объясняется присутствием хлористого натрия. При наличии в воде сульфатов магния и кальция она приобретает горький привкус, ионы железа придают воде неприятный привкус, а органические вещества — сладковатый. На верхних горизонтах многих шахт, расположенных в северных и средних широтах, преобладают гидрокарбонатные шахтные воды. Эти воды имеют приятный привкус, что является результатом присутствия в них гидрокарбонатов кальция и магния, а также углекислоты.

Сумма минеральных веществ в шахтных водах изменяется весьма значительно даже в пределах одной шахты, однако каждый угольный бассейн можно охарактеризовать определенным интервалом изменения минерализации шахтных вод.

Распределение притока шахтных вод в основных угольных бассейнах СССР по содержанию взвешенных веществ (данные ВНИИОСуголь) приведено в табл. 29.

Основные источники формирования загрязненных сточных вод горных предприятий и методы борьбы с загрязнением вод указаны на рис. 31.

Очистка шахтных вод. В угольной промышленности применяются различные технологические схемы очистки шахтных вод, в том числе схемы, разработанные Донецким научно-исследовательским угольным институтом (ДонУГИ) [16, с. 45].

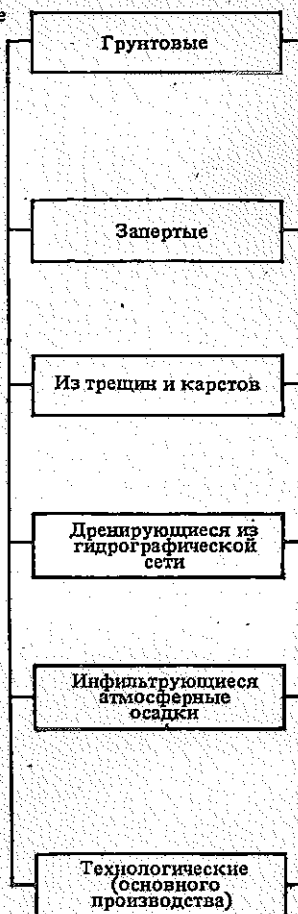
Таблица 29. Распределение притока шахтных вод по содержанию взвешенных веществ в основных угольных бассейнах СССР [см.: 15, с. 117]

Содержание взвешенных веществ, мг/л	Приток шахтных вод, %			
	Донецкий	Кузнецкий	Карагандинский	Печорский
до 50	16,4	0,6	—	2,2
50...100	25,5	8,9	1,0	13,1
100...150	15,9	16,9	5,3	15,6
150...300	23,5	18,3	31,6	42,7
300...500	10,2	36,5	20,7	19,8
500...1000	7,4	18,8	28,8	1,8
более 1000	1,1	—	12,6	4,8

## Источники формирования

## Методы борьбы

Рудничные  
воды



### Профилактические

Уменьшение водопритоков в горные выработки путем предварительного осушения, загрязнительного дренажа (в том числе контурного и с использованием систем водопонижительных и водопоглощающих скважин, обеспечивающих минимальное нарушение гидрологии прилегающих территорий), поглощающего дренажа с обособленным отводом воды, изоляция водоисточников, например, водонепроницаемыми завесами, отвод осадков с территории горного отвода, откачка талых и дождевых вод из зон проседания и обрушения поверхности, нормирование расхода технологической воды

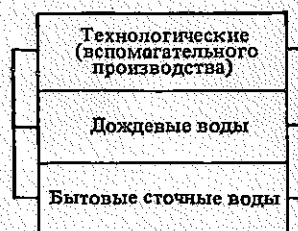
Направление водотоков по путям, обеспечивающим минимальное попутное загрязнение (в том числе устройство изолированных от горного массива водостивных канав), на подземных рудниках — устройство промежуточных водосборников нестандартного типа для сбора загрязненных вод, на карьерах — регулирование внутрикарьерного стока с устройством временных отстойников

### Радикальные

Очистка рудничных вод: нейтрализация, осветление от механических примесей, извлечение органических соединений, солей и металлов химическими, физическими и биологическими методами

Использование рудничных вод в замкнутом цикле горного и обогатительного производства

Сточные  
воды



Очистка от масел и других органических веществ, а также от других механических примесей, охлаждение до нормы

Сбор и осветление в специальных отстойных водоемах

Очистка от взвешенных частиц и органических веществ, подавление запахов

Рис. 31. Основные источники формирования загрязненных сточных вод горных предприятий и методы борьбы с загрязнением вод



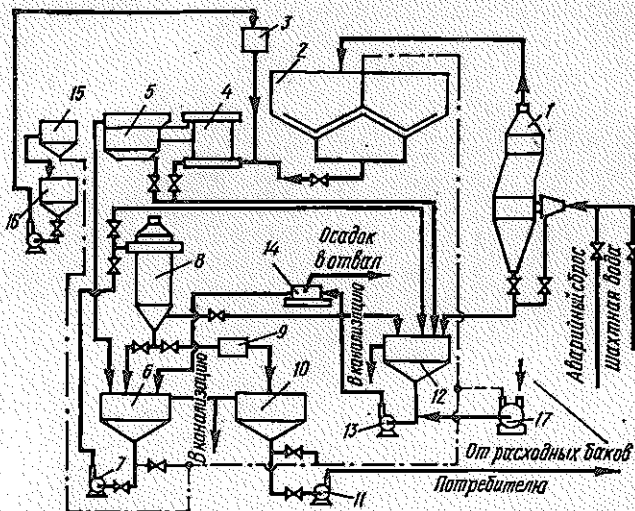


Рис. 32. Технологическая схема очистки шахтных вод ДонУГИ:

1 — песколовка; 2 — регулирующая емкость; 3 — дозировочный бачок; 4 — камера хлопьеобразования; 5 — наклонный отстойник; 6 — сборный резервуар; 7 — насос для подачи воды на фильтры; 8 — фильтр; 9 — бактерицидная установка; 10 — резервуар чистой воды; 11 — насос; 12 — иловый резервуар; 13 — насос; 14 — центрифуга; 15 — растворный бак; 16 — расходный бак; 17 — воздуходувка

Технологическая схема ДонУГИ (рис. 32) предусматривает очистку шахтной воды высокой мутности с целью ее последующего использования для комплексного обеспыливания. В состав очистной установки входят: песколовка; иловый резервуар, куда после песколовки отводятся грубодисперсные примеси; регулирующая емкость для равномерного питания очистной установки при периодической работе насосов главного водоотлива; камеры хлопьеобразования, оборудованные электролизерами и соединенные с тонкослойными наклонными отстойниками конструкции ДонУГИ; промежуточная емкость (сборный резервуар), откуда вода подается на фильтр. Очищенная вода обеззараживается, поступает в резервуар для чистой воды и направляется потребителям. Промывные воды и шламы подаются насосами на центрифугу. Фугат центрифуги возвращается в процесс, а сгущенный продукт направляется в вагонетки в отвал.

Установка снабжена воздуходувкой для растворения коагулянта и по необходимости — взмучивания осадка. Описанная водоочистная установка эксплуатируется на шахте им. газеты «Правда» производственного объединения «Донецкуголь».

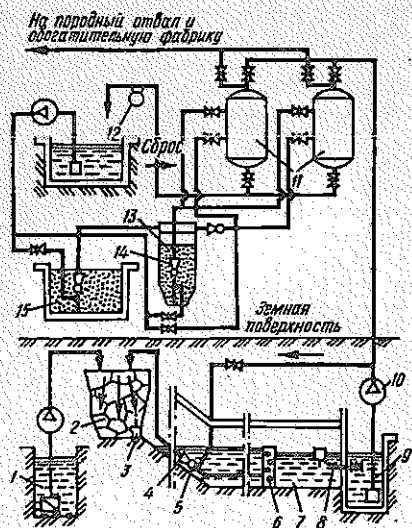


Рис. 33. Технологическая схема подземной очистки шахтной воды «Дон-3»:

1 — участковые водосборники; 2 — выработанное пространство; 3 — сточная канавка; 4 — отстойник главного водоотлива; 5 — гидроэлеватор; 6 — перегородка; 7 — водосборник; 8 — поплавковый клапан; 9 — водозаборные колодцы; 10 — насосы главного водоотлива; 11 — напорные фильтры; 12 — хлораторная; 13 — дозирующая емкость; 14 — гидроэлеватор; 15 — склад песка

На угольных шахтах применяются различные способы очистки шахтных вод в подземных условиях [15, с. 131]. Технологическая схема подземной очистки шахтной воды «Дон-3» показана на

рис. 33. Из участковых водосборников 1 частично отстаивающаяся вода насосами подается на горизонт, расположенный выше коренного откаточного штрека, и сбрасывается в выработанное пространство 2. В последнем вода фильтруется через обрушенные породы и собирается в сточную канавку 3 коренного штрека, по которой поступает в отстойник главного водоотлива 4, регулярно очищаемый от осевшего шлама гидроэлеватором 5. Из отстойника вода через перегородку 6 поступает в водосборник 7, здесь происходит ее дополнительное осветление. Осветленная вода через поплавковый клапан 8 направляется в водозаборные колодцы 9 насосов главного водоотлива 10. Вода, откачиваемая из шахты насосами, подается на семь напорных фильтров 11, установленных на поверхности. Диаметр фильтра 3,2 м, номинальная производительность  $90 \text{ м}^3/\text{ч}$ , фильтрующий материал — песок. Очищенная от механических примесей вода поступает в хлораторную 12 и далее на сброс. Песок подается со склада 15 в дозирующую емкость 13 гидроэлеватором 14 и загружается в фильтры. Давление воды на фильтрах, равное  $39,24 \cdot 10^4 \dots 49,05 \cdot 10^4 \text{ Па}$ , создается насосами главного водоотлива. Для защиты фильтров и трубопроводов от разрыва установлен предохранительный клапан. На случай аварийного состояния предусмотрен временный сброс неочищенной воды в отстойники для последующего возврата ее на фильтрацию. Промывают фильтры поочередно фильтратом с остальных действующих фильтров за счет избыточного давления насосов главного водоотлива.

Эксплуатационные затраты на очистку шахтной воды по действующей технологической схеме «Дон-3» составляют 2,23 коп/м<sup>3</sup>. Сметная стоимость построенных на шахте «Южная» (производственного объединения «Артемуголь») всех очистных сооружений составила 142 тыс. руб. (в проекте были предусмотрены типовые очистные сооружения сметной стоимостью 778 тыс. руб.). Реальная экономия средств от внедрения данной технологической схемы составила 636 тыс. руб. Учитывая положительный опыт эксплуатации очистных сооружений, построенных на шахтах «Южная» и «Юбилейная» (ПО «Павлоградуголь») по технологической схеме «Дон-3», Управление охраны природы Минуглепрома СССР рекомендовало ее как типовую.

**Нейтрализация шахтных вод.** Нейтрализация кислых шахтных вод осуществляется смешением их со щелочными водами других шахт; за счет щелочного резерва городских сточных вод или водоемов; введением соответствующих реагентов; фильтрованием кислых шахтных вод через специальные плотины из известняковых пород или фильтрованием через отвалы пород, содержащих известняк, с периодическим обновлением фильтрующих поверхностей. Схема технологического процесса обработки воды известняком показана на рис. 34.

Основными элементами станции нейтрализации шахтных сточных вод [15, с. 148] являются (рис. 35): песколовки 1 (для выделения грубодисперсных примесей); резервуары-усреднители кислых и щелочных стоков 2; склад нейтрализующих реагентов 5; растворные баки 6 (для приготовления рабочих растворов реагентов); дозаторы рабочих растворов 4; смеситель сточных вод с реагентом 3; камеры реакции 7; отстойники 8 (для нейтрализованных сточных вод); осадкоуплотнители 9 (перед механическим обезвоживанием образующихся осадков); аппараты для механического обезвоживания осадков 10; накопитель обезвоженных осадков 11; шламовые площадки 12 для обезвоживания осадков (при отсутствии механического обезвоживания — устройства химического контроля полноты нейтрализации).

ВНИИОСуголь разработал и внедрил схему двухрежимной нейтрализации кислой шахтной воды. Нейтрализация и очистка кислых вод на поверхности не устраняет трудности эксплуатации водоотливного хозяйства из-за коррозии оборудования. В целях предотвращения воздействия кислых шахтных вод на водоотлив разработчики ДонУГИ предложили производить их нейтрализацию в подземных условиях.

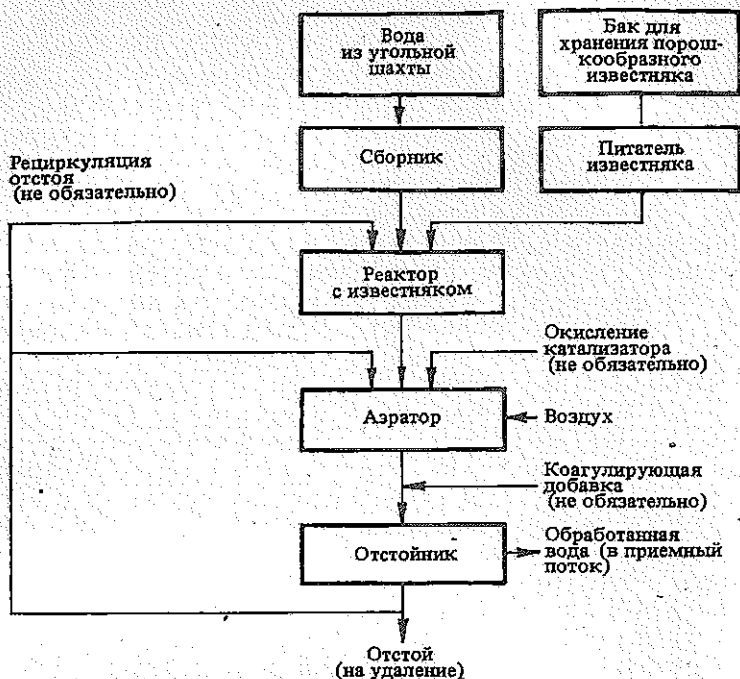


Рис. 34. Схема процесса обработки воды известняком

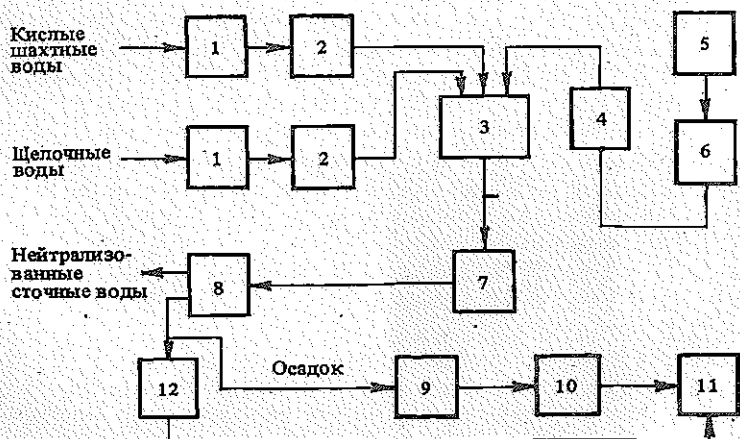
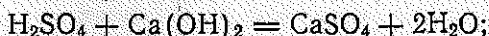
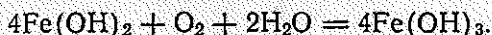


Рис. 35. Схема действия станции нейтрализации шахтных сточных вод

При нейтрализации воды в смесителе-аэраторе до оптимального значения ( $\text{pH}=8,2\text{--}8,5$ ) оксид железа (II) переходит в оксид железа (III) и полностью осаждается в отстойнике в течение часа. Реакцию нейтрализации кислых шахтных вод известью можно записать в виде:



В щелочной среде в присутствии воздуха  $\text{Fe}(\text{OH})_2$  быстро окисляется и переходит в  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ :



На нейтрализацию одной весовой части серной кислоты расходуется 0,57 весовых части оксида кальция, на осаждение двухвалентного железа — 0,37 и трехвалентного — 0,42 весовых части.

Следует иметь в виду, что ион  $\text{Fe}^{2+}$  может окисляться молекулярным кислородом даже в кислой среде:



Для нейтрализации 1 г содержащейся в шахтных водах серной кислоты требуется следующее количество реагентов (в граммах): оксида кальция ( $\text{CaO}$ ) — 0,57; гидроксида кальция ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) — 0,75; едкого натра ( $\text{NaOH}$ ) — 0,82; карбоната кальция ( $\text{CaCO}_3$ ) — 1,02; едкого кали ( $\text{KOH}$ ) — 1,14; карбоната магния ( $\text{MgCO}_3$ ) — 0,86; карбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) — 1,09.

**Опреснение (обессоливание) шахтных вод.** Задачей опреснения является снижение солесодержания воды до норм питьевой кондиции. Методы опреснения (обессоливания) минерализованных вод могут быть с успехом применены и при опреснении шахтных вод с целью их дальнейшего использования. Примерная схема опреснения шахтных вод показана на рис. 36.

ВНИИОСуголь совместно с другими институтами испытал установки по опреснению воды методами адиабатного испарения на шахте № 4/21 (ПО «Донецкуголь») и шахтах «Терновская» и «Павлоградская» (ПО «Павлоградуголь») с исходной степенью минерализации воды 13...15 г/л. Для промышленного применения рекомендованы установки производительностью 100, 300 и 900 м<sup>3</sup>/ч дистиллята. Расчетная себестоимость опреснения 1 м<sup>3</sup> воды на этих установках будет составлять 50, 46 и 36 коп/м<sup>3</sup>. С учетом технологических предложений ВНИИОСуголь и других институтов разработан проект технологической части деминерализованной установки «Комплекс-100» производительностью

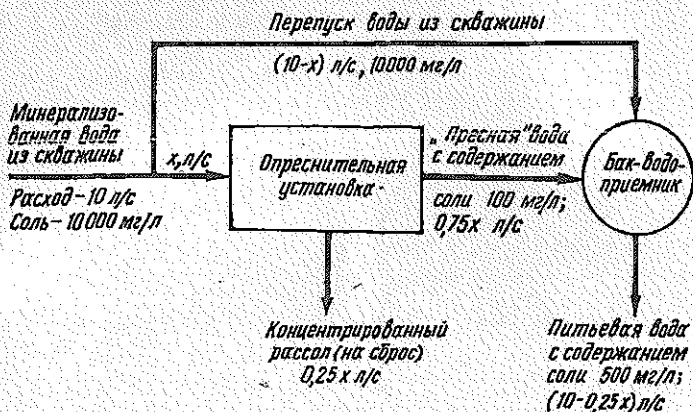


Рис. 36. Примерная схема опреснения шахтных вод

100 м<sup>3</sup>/ч для шахтных вод Западного Донбасса с исходной степенью минерализации 13...15 г/л. В «Комплекс-100» входит устройство для осветления шахтной воды, блок опреснения, опытные блоки получения товарной поваренной соли.

Себестоимость получения 1 м<sup>3</sup> воды, пригодной для использования в промышленном водоснабжении шахт, по ориентировочным данным составит 62 коп. (без получения поваренной соли) и 42 коп. (с получением поваренной соли и остаточных рассолов).

Электродиализный метод опреснения вод приобрел промышленное значение после освоения производства селективных ионообменных мембран и ионитных смол.

Электродиализ — процесс сепарации ионов солей, осуществляемый в многокамерном аппарате (электродиализаторе) под действием постоянного электрического тока, направленного перпендикулярно к плоскости мембран.

Опытно-промышленная опреснительная установка шахты «Терновская» ПО «Павлоградуголь» (рис. 37) представляет собой 4-ступенчатый агрегат из углеродистой стали размером в плане 2,6×5 и высотой 1,85 м, массой (без воды) 7 т. Размер в плане каждой испарительно-конденсационной камеры составляет 1×1,5 м при высоте 1,45 м. Первая и вторая ступени — теплогенерационные, а третья и четвертая — теплоотводящие.

Часть осветленной шахтной воды, подаваемой насосом 1, после прохождения конденсаторов третьей и четвертой ступеней сбрасывается в дренаж, а остальное количество (питательная вода) по трубопроводу 10 поступает в испарительно-конденсационные камеры 6 четвертой ступени. Для

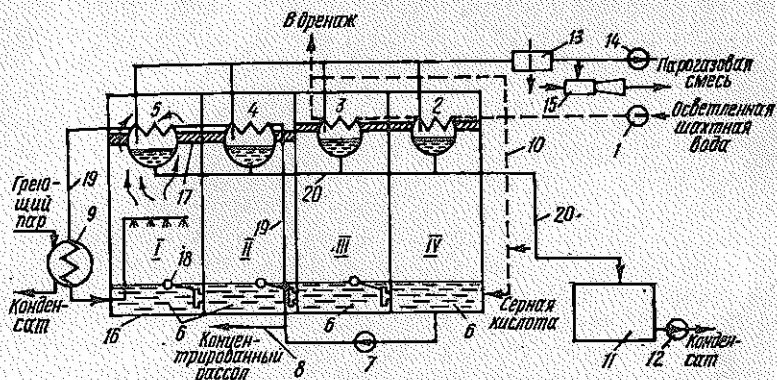


Рис. 37. Технологическая схема опытно-промышленной опреснительной установки на шахте «Герновская» ПО «Павлоградуголь».

1 — насос; 2—5 — конденсаторы; 6 — испарительно-конденсационные камеры; 7 — циркуляционный насос; 8 — трубопровод для вывода концентрированного рассола; 9 — головной подогреватель; 10 — трубопровод для вывода питательной воды; 11 — сборный бак; 12 — насос; 13 — охладитель парогазовой смеси; 14 — вакуум-насос; 15 — подоструйный эжектор; 16 — корпус опреснительной установки; 17 — жалюзийные сепараторы; 18 — поплавковый клапан; 19, 20 — трубопроводы соответственно для рассола и конденсата

предотвращения образования в установке накипи, обусловленной щелочностью, в проходящую по трубопроводу 10 питательную воду дозируется серная кислота. В камере четвертой ступени питательная вода входит в поток циркулирующего рассола, который забирается насосом 7 и подается в конденсатор второй ступени. Концентрированный рассол по трубопроводу 8 проходит через конденсаторы второй и первой ступеней и нагревается за счет регенерации тепла образовавшегося пара. Из конденсатора первой ступени рассол направляется в головной подогреватель 9, где нагревается паром, получаемым от шахтной котельной. После головного подогревателя рассол поступает в испарительно-конденсационную камеру первой ступени. Подогрев рассола осуществляется с таким расчетом, чтобы последний был перегрет по отношению к насыщенному водяному пару в камере первой ступени. В связи с этим при входе в камеру первой ступени в результате перегрева рассол интенсивно вскипает и определенная часть воды испаряется. Образовавшийся пар проходит через жалюзийные сепараторы 17, поступает в конденсатор 5 и конденсируется на наружной поверхности латунных трубок диаметром 14,5...16 мм. Конденсат поступает в сборный бак 11, из которого откачивается насосом 12. Давление и температура во второй ступени ниже, чем давление и температура, соответствующие состоянию насыщения водяного пара в пер-

вой ступени. За счет разности давлений рассол через поплавковый клапан 18 перетекает из первой ступени во вторую и здесь опять интенсивно вскипает. Аналогичный процесс происходит в третьей и четвертой ступенях. Конденсация пара во второй, третьей и четвертой ступенях и удаление конденсата осуществляются по аналогии с первой ступенью. Удаление неконденсирующихся газов из конденсаторов и поддержание необходимого разрежения осуществляются вакуум-насосом 14 и водоструйным эжектором 15. Для разгрузки вакуум-насоса и эжектора (по объему откачиваемой парогазовой смеси) установлен охладитель 13 парогазовой смеси. Каждая испарительно-конденсационная камера имеет люк-лаз диаметром 500 мм. Установка снабжена соответствующими контрольно-измерительными приборами и характеризуется следующими технологическими параметрами:

Температура, К (°C):	
насыщенного греющего пара	388 (115)
исходной шахтной воды	291 (18)
максимальная рассола при работе в режиме подкисления	373 (120)
насыщения в испарительно-конденсационных камерах:	
первой ступени	363 (90)
второй ступени	353 (80)
третьей ступени	346,5 (735)
четвертой ступени	340 (67)
Поверхность, м <sup>2</sup> :	
головного подогревателя и подогревателей-конденсаторов третьей и четвертой ступеней	по 4,54
подогревателей-конденсаторов первой и второй ступеней	по 8,4
Солесодержание, мг/л:	
исходной воды	8000...9000
дистиллята	20...25
Производительность установки по дистилляту при работе с подкислением, кг/ч	800
Расход греющего пара, кг/ч	350

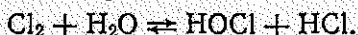
Учитывая положительный опыт эксплуатации опреснительной установки на шахте «Терновская», для одной из шахт Западного Донбасса выполнен проект опытно-промышленного комплекса для опреснения шахтной воды и переработки концентрированного рассола. Комплекс позволит получать ежедневно 2350 м<sup>3</sup> дистиллята, 17 т поваренной соли и 12 т смешанных солепродуктов. Комплекс включает сооружения для предварительного осветления шахтной воды, опреснительную установку и узел переработки рассола. Производительность опреснительной установки, работаю-



щей по принципу многоконтурного испарения, по исходной воде составляет 100 т/ч.

Обеззараживание шахтных вод может быть достигнуто разными способами: тепловой обработкой (опреснение воды методом дистилляции); ультрафиолетовым облучением; ионизирующим излучением; сильными окислителями и фильтрацией через среду с размером пор менее 1 мкм, т. е. менее размера бактериальной клетки. В практике очистки шахтных вод широкое распространение получило обеззараживание сильными окислителями и ультрафиолетовым облучением. Обеззараживается, как правило, вода, уже прошедшая коагулирование, отстаивание, фильтрование. В некоторых случаях (когда необходимо повысить эффективность коагулирования) обеззараживание может производиться перед отстаиванием [15, с. 154].

В качестве окислителей применяются хлор и такие его соединения, как хлорная известь, оксид хлора (IV), гипохлорит натрия и кальция, а также озон. Хлор в воде подвергается гидролизу по реакции



Далее происходит диссоциация образовавшейся хлорноватистой кислоты:



Получающиеся в результате диссоциации хлорноватистой кислоты гипохлоритные ионы  $\text{OCl}^-$  обладают наряду с недиссоциированными молекулами кислоты бактерицидным свойством. Равновесие между  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HOCl}$  и  $\text{OCl}^-$  зависит от водородного показателя рН среды.

Жидкий хлор содержится в металлических баллонах под давлением  $58,9 \cdot 10^4 \dots 78,5 \cdot 10^4$ . Из баллонов жидкий хлор через специальные приборы (хлораторы) переводится в хорошо растворимый в воде газообразный хлор, образующий с водой «хлорную воду», которую через дозатор добавляют в обрабатываемую воду. Концентрация хлора в воздухе  $0,1 \dots 0,2$  мг/л вызывает отравление (при  $0,3$  мг/л наступает смерть). Во избежание утечки хлора применяют вакуумные хлораторные (в которых хлор содержится под давлением ниже атмосферного).

На очистных сооружениях производительностью до 10 тыс. м<sup>3</sup> воды в сутки шахтную воду хлорируют раствором хлорной извести концентрацией 1...2 %.

Установка (рис. 38) для обеззараживания воды хлорной известью состоит из растворного бака 1 вместимостью 150... 200 л, двух рабочих баков 2, в которых отстаивается рабо-

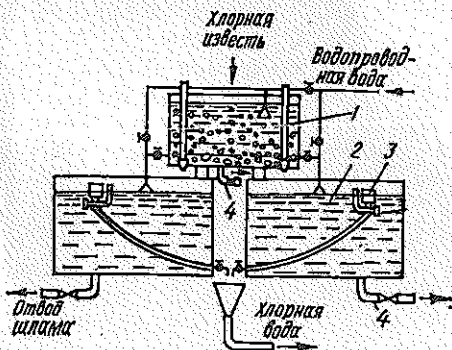


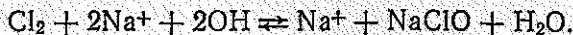
Рис. 38. Схема установки для обеззараживания воды хлорной известью:

1 — растворный бак; 2 — рабочие баки; 3 — поплавок-дозаторы; 4 — патрубки

чий раствор хлорной извести, поплавок-дозаторов постоянной концентрации 3; с их помощью раствор хлорной извести дозируется в обеззараживаемую воду. Для отвода шлама из баков служат патрубки 4.

Для обеззараживания воды в подземных условиях используется гипохлорит натрия, получаемый при электролизе хлорида натрия с помощью электролизеров ЭД-2 и ЭДВ при автоматизированной дозировке его в напорный трубопровод.

При электролизе водных растворов хлоридов натрия в электролизерах с твердым катодом основным процессом, протекающим на аноде, является разряд ионов хлора с выделением газообразного хлора, на катоде — разряд ионов водорода. Так, при электролизе хлорида натрия в электролизере без диафрагмы на катоде выделяется водород и образуется щелочь NaOH, а на аноде происходит разряд ионов хлора. Хлор, растворяясь в электролите и взаимодействуя со щелочью, образует гипохлорит натрия:



Электролизеры ЭД-2 и ЭДВ аналогичны бездиафрагменным электролизерам с графитовыми электродами, разработанными в Академии коммунального хозяйства.

Электролизер ЭД-2 предназначен для применения в негазовых и неопасных по пыли шахтах, а электролизер ЭДВ допущен к применению в шахтах, опасных по газу и пыли.

Перед включением электролизера в большом отделении растворного бака готовится 10 %-ный раствор хлорида натрия. Количество воды контролируется по водомерному

стеклу. Раствор тщательно перемешивается до полного растворения соли. Затем открывают кран и пропускают раствор через электролизер. Необходимый для данного типа электролизера расход раствора устанавливается регулирующим винтом поплавкового дозатора. Если через электролизер нормально проходит раствор, на него подается постоянный ток. Выходящий из электролизера гипохлорит натрия попадает в дозатор, отключенный от водопроводной сети (отключают дозатор, перекрывая входной и выходной вентилями). Воду из корпуса дозатора через открытый вентиль спускают в водосточную канавку. При заливке гипохлорита натрия в камеру дозатора непосредственно от электролизера открывается заливной вентиль. Для полной заправки дозатора с камерой вместимостью 90 л требуется 2...2,5 ч нормальной работы электролизера. После зарядки открывается входной и выходной вентилями и дозатор включается в магистраль. При этом вентилями для спуска воды и заправки дозатора закрываются. Один раз в неделю камеры дозатора промываются, сливается остаток реагента из камеры через спускной вентиль, а через воронку и заливной вентиль в нее подается чистая вода.

Для обеззараживания воды применяют озон. При озонировании пропускается через воду озонированный воздух. Озон обладает высокой бактерицидностью и обеспечивает надежное обеззараживание воды.

На некоторых шахтах для обеззараживания шахтной воды применяют ультрафиолетовое облучение бактерицид-

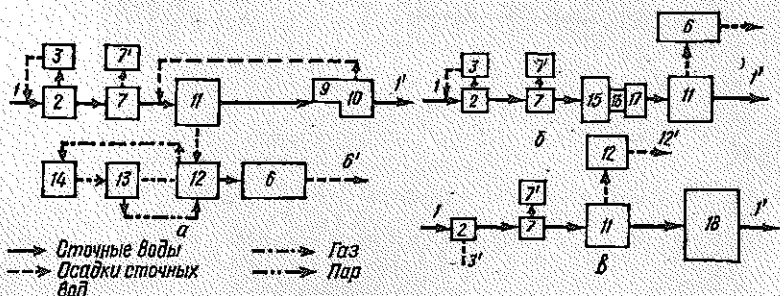


Рис. 39. Схемы механической (а), химической (б), биологической (в) очистки сточных вод:

1 — сточные воды; 1' — очищенные сточные воды; 2 — решетки; 3 — дробилки для измельчения отбросов с решеток; 3' — отбросы; 4 — сита; 5 — сооружения для переработки и обезвреживания отбросов, задержанных ситами; 6 — иловые площадки или устройства для искусственного обезвоживания осадка; 6' — утилизация подсушенных осадков в качестве удобрений; 7 — песколовки; 7' — песковые площадки; 8 — двухъярусные отстойники; 9 — хлораторная; 10 — контактные резервуары; 11 — первичные отстойники; 12 — метантеки; 12' — на утилизацию в качестве удобрений; 13 — котельная; 14 — газгольдер; 15 — реагентное хозяйство; 16 — смеситель; 17 — камера реакции; 18 — поля фильтрации.

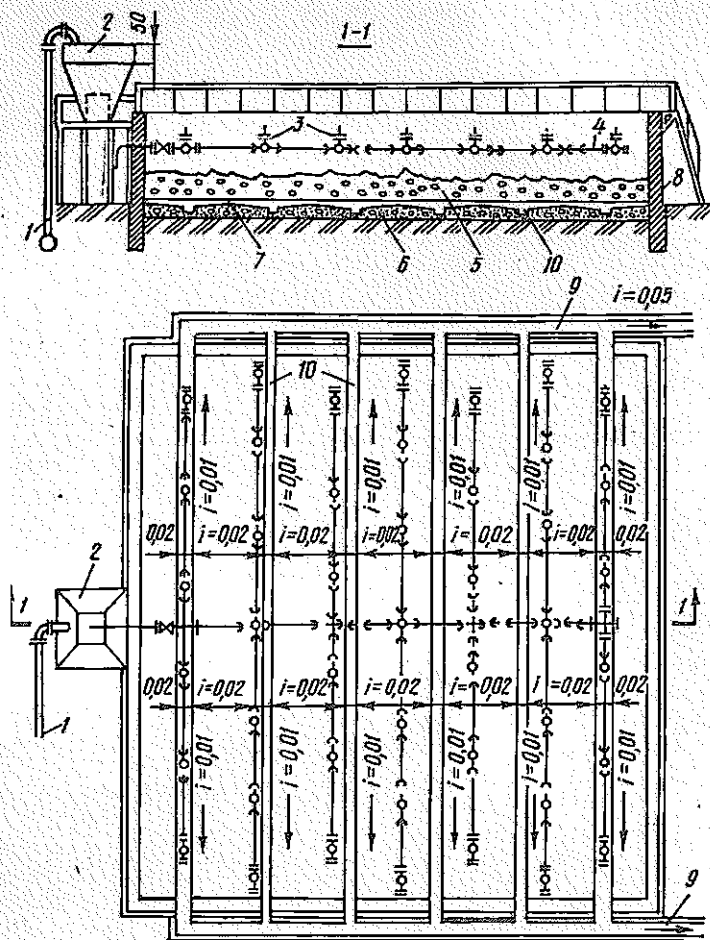


Рис. 40. Схема биологического фильтра:

1 — подающий трубопровод; 2 — дозирующий бак; 3 — спринклеры; 4 — распределительная сеть; 5 — фильтрующая загрузка; 6 — сплошное днище; 7 — дырчатое днище; 8 — ограждающие стены; 9 — сборный лоток; 10 — лотки в сплошном днище

ными лампами, способное мгновенно убивать все микроорганизмы, попадающие в сферу воздействия облучения, независимо от того, где они находятся — в воздухе или в воде. В зарубежной практике бактерицидные лампы применяют для обеззараживания питьевой воды только на объектах с ограниченным водопотреблением (корабли, больницы и т. д.).

Принципиальные схемы механической, химической и биологической очистки сточных вод показывает рис. 39, а схему биологического фильтра — рис. 40.

На основе исследований разработана новая система биологической очистки сточных вод. В очистке участвуют аэробные и анаэробные микроорганизмы и их гибрид. Микроорганизмы находятся на большой поверхности фильтра из каменистой породы или винила, а действие аэробных организмов усилено жизнедеятельностью водорослей, полностью уравнивающих систему и обеспечивающих рециркуляцию сточных вод, которые не сообщаются с атмосферой, пока не заканчивается цикл очистки. Примеси с запахом, обычно образующиеся при анаэробной обработке, превращаются в непахучие фракции и, наконец, в растительную биомассу в конце цикла. Добавление водорослей повышает эффективность очистки сточных вод не только от органических веществ, но и от таких химических элементов, как токсичные металлы, радиоактивные элементы, азот, фосфор и калий.

### § 3. Охрана почвы и рекультивация земель

При проектировании и строительстве шахт, а также на действующих шахтах коммуникации должны занимать минимальные площади ценных земель и угодий и не загрязнять их угольной и породной пылью, шахтными водами и отходами производства. Отвалы пород нужно размещать на непригодных для обработки или малоценных землях и окружать посадками деревьев и кустарников.

По Правилам охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок рассчитываются деформации земной поверхности в процессе выемки полезных ископаемых и разрабатываются меры, уменьшающие эти деформации и исключающие образование трещин и провалов (предусматриваются специальный порядок выемки полезных ископаемых, полная закладка выработанных пространств, оставление целиков и др.). Необходимо осуществлять мероприятия по рекультивации земель и восстановлению нарушенных угодий (лесов, насаждений, прудов и других объектов), которые затем передаются землепользователям.

Площадки для строительства предприятий, зданий, сооружений выбираются в соответствии с нормами технологического проектирования предприятий и санитарными нормами. Размеры площадки должны определяться по установленным строительным нормам и правилам, нормативам

плотности застройки промышленных территорий и с учетом максимального блокирования производственных зданий и сооружений, а также необходимого резерва площадей для расширения отдельных цехов или производств предприятия. Место расположения площадки должно обеспечивать возможность соблюдения санитарных норм по предельным концентрациям вредных выбросов в атмосферу и водоемы, а также противопожарных норм; применение рациональных решений по водоснабжению, электроснабжению, охране водоемов, почвы и атмосферного воздуха от загрязнения сточными водами и промышленными выбросами и по отводу сточных вод, а также по наиболее целесообразному расселению работающих на данном предприятии, доставке их к месту работы.

Для размещения предприятий, сооружений необходимо использовать малопродуктивные земли; отводимые участки сельскохозяйственных и лесных угодий должны быть минимальными; нужно учитывать затраты по снятию и хранению плодородного слоя почвы, по приведению предоставляемого во временное пользование земельного участка в состояние, пригодное для дальнейшего использования по назначению, и подлежащие возмещению убытки, причиненные землепользователю отводом или временным занятием земельного участка, а также потери сельскохозяйственного производства, связанные с изъятием этого земельного участка; размещение наземных и подземных сооружений горнодобывающей промышленности на месторождениях полезных ископаемых должно обеспечивать наиболее рациональное и эффективное использование их запасов.

Предприятия, их отдельные здания и сооружения с технологическими процессами, являющимися источниками выделения в окружающую среду вредных и неприятно пахнущих веществ, а также источниками повышенных уровней шума, вибрации, ультразвука, электромагнитных волн радиочастот, статического электричества и ионизирующих излучений, следует отделять от живой застройки санитарно-защитными зонами.

Территория санитарно-защитной зоны должна быть благоустроена и озеленена по специальному проекту, разрабатываемому одновременно с проектом строительства или реконструкции предприятия. Он должен соответствовать требованиям СНиП.

Восстановление территории (рекультивация земель) осуществляется для сельскохозяйственного использования, под лесные насаждения, водоемы, жилищное и капитальное строительство.

Рекультивация делится на два этапа: горнотехнический и биологический. *Горнотехнический* включает подготовку территории (планировка отвалов, насыпка грунтов, создание подъездных путей и т. д.), а *биологический* — восстановление нарушенных земель (посадка деревьев, сельскохозяйственных культур). Нужно соблюдать определенную последовательность: раньше выращивать малотребовательные сельскохозяйственные культуры с большой растительной массой, а после восстановления плодородия почвы — остальные.

На успех рекультивации влияют многие факторы: кислотность и механический состав почвы, содержание питательных веществ, обводненность, наличие токсических веществ (например, пирита), форма отвалов, крутизна склонов, которая не должна быть больше 1 : 3 (для облесения) и 1 : 5 (для садоводства). Высота отвала для сельскохозяйственного освоения не должна превышать 2 м, поверхность его необходимо покрывать наиболее плодородной почвой. Наиболее эффективный путь рекультивации в настоящее время — насаждение деревьев. Древесные породы при этом подбираются с учетом кислотности и механического состава грунта и почвы.

В угольной промышленности СССР в существующие и новые отвалы ежегодно складывается около 100 млн. т породы, извлекаемой при подземной добыче угля и его переработке. Только шахтами Министерства угольной промышленности УССР ежегодно выдается на поверхность примерно 60 млн. т породы, для размещения которой в отвалах необходимо каждый год отчуждать более сотни гектаров плодородных земель. На предприятиях Министерства угольной промышленности УССР в настоящее время насчитывается свыше 1000 отвалов породы, которые занимают около 5 тыс. га. Часть занятых отвалами породы земель ежегодно рекультивируют и возвращают для использования в народном хозяйстве.

Затраты на рекультивацию 1 га земель в Донбассе, по отчетным данным, составляют: в производственном объединении «Макеевуголь» — 40...60 тыс. руб., «Артемуголь» — 20 тыс. руб., «Орджоникидзеуголь», «Свердловантрацит», «Шахтерскантрацит», «Первомайскуголь» — 4,5...7 тыс. руб. [30, с. 28].

Можно выделить следующие три способа рекультивации земель, занятых отвалами породы конусообразной формы (террикониками):

разбор отвалов и вывоз пород для засыпки балок, оврагов, не используемых в народном хозяйстве (этот способ

Т а б л и ц а 30. Деревья и кустарники, рекомендуемые для посадки в различных зонах загрязнения промышленных предприятий и комплексов [см.: 26, с. 106]

Зоны загрязнения	Радиус зоны, км	Рекомендуемые для посадки древесно-кустарниковые породы
Сильного	0,5...6	Тополь канадский и бальзамический; липа мелколистная; клен ясенелистный, ива белая; можжевельник обыкновенный; бузина красная; жимолость обыкновенная и татарская; спирея иволистная и каликолистная
Умеренного	1...15	Береза бородавчатая и пушистая; вяз обыкновенный; ильм горный; клен остролистный и татарский; ива остролистная, русская, козья; туя западная; ясень обыкновенный; рябина обыкновенная; черемуха Маака; акация желтая; лещина обыкновенная; шиповник обыкновенный; бересклет бородавчатый; смородина черная и красная; все породы, соответствующие зоне сильного загрязнения
Слабого	23...30	Дуб черешчатый; боярышник колючий; лиственница сибирская и Сукачева; ель колючая; сосна черная и обыкновенная; все породы, соответствующие зонам сильного и умеренного загрязнения

распространения не получил, поскольку стоимость указанных работ на 1 га достигает 200 тыс. руб., а засыпка породами балок и оврагов может иногда привести к нарушению региональной гидрогеологии);

использование пород отвалов после тщательного определения степени их токсичности для строительства шоссе-ных дорог, производства строительных материалов и удобрений для сельского хозяйства;

использование перегоревших или потушенных отвалов породы под лесопосадки, зоны отдыха, спортивные сооружения.

Рекультивация отвалов породы экономически эффективна только при ее включении в технологию горных работ.

К эффективным относятся способы ведения горных работ (с точки зрения сохранения окружающей природной среды) без выдачи породы из шахты. Опыт разработки угольных месторождений Донбасса показывает, что себестоимость добычи 1 т угля с оставлением породы в шахте снижается на пологих пластах на 0,8...1,2 руб., а на крутых — до 3 руб. В связи с этим ведутся работы, направленные на увеличение закладки породы в выработанные пространства шахт.

Рекомендуемые для посадки в зонах загрязнения древесно-кустарниковые породы указаны в табл. 30.



При выемке полезного ископаемого под руслами и поймами рек нарушается водный режим почв в пойме, а иногда происходит затопление и заболачивание, что наносит ущерб народному хозяйству и природе. Ряд угольных месторождений приурочен к поймам рек с водоносными аллювиальными отложениями. Так, к пойме реки Самары и ее притока Волчьей приурочены угольные месторождения Западного Донбасса. Ширина поймы Самары достигает местами 10...15 км, водосборная площадь ее — около 23 тыс. км<sup>2</sup>, амплитуда колебания уровня воды составляет 4 м. В пойме Самары и ее притока Волчьей повсеместно распространены покровные, горизонтально залегающие отложения неогенового и антропогенного периодов. Общая мощность этих отложений 50...75 м. Они представлены мелкозернистыми глинистыми и кварцевоглауконитовыми песками бучакского и харьковского ярусов. К отложениям антропогенного периода относятся аллювиальные пески и суглинки общей мощностью 17...25 м. В Западном Донбассе пойменные участки занимают значительные площади, расположенные над уровнем воды в реках часто не более 1,5...5 м, а грунтовые воды залегают неглубоко от земной поверхности. Эти обстоятельства и создают неблагоприятные условия подработки поймы. Поймы рек расположены на четырнадцати шахтных полях бассейна, в том числе на восьми полях Павлоградско-Петропавловского района, на трех полях Западно-Павлоградского и на трех Новомосковского угленосного района (шахты «Новомосковская» № 1, 2, 3). На этих шахтах число рабочих пластов колеблется от 5 до 11, а их суммарная мощность — от 4,5 до 8,5 м. Угленосные породы залегают на площади свыше 200 км<sup>2</sup>, охватывающей поймы рек. На пойменных участках находятся населенные пункты, а также зоны отдыха, в поймах рек — сады, поля, огороды. Выемка под поймами 5—11 пластов общей мощностью 4,5...8,5 м вызовет оседания земной поверхности, величина которых составит 4,7...7,5 м.

Поскольку выемка пластов угля может осуществляться только на небольших по площади участках, то на земной поверхности (вследствие оседания) могут образоваться локальные понижения, чаще всего замкнутые. Конфигурация, площадь и глубина понижений будут меняться во времени в связи с вовлечением в разработку других пластов или с выемкой их на прилегающих участках. Такие замкнутые понижения земной поверхности неизбежно будут затопляться паводковыми, дождевыми водами, а также подземными с верхних водоносных горизонтов. Поступать подземные воды на поверхность будут по трещинам, образующимся

вследствие сдвижения пород (глубина таких трещин может достигать 5 м). Затопление пойменных участков может нанести значительный, иногда непоправимый вред природным объектам (сельскохозяйственным угодьям, лесам) и населенным пунктам. Зоны затопления и заболачивания могут охватить большие площади, что вызовет изменение гидрологии, гидрогеологии и микроклимата района.

Для осуществления мероприятий, уменьшающих отрицательное влияние вследствие подработки поймы, кафедрой маркшейдерского дела Днепропетровского горного института разработана методика прогноза возможных последствий подработки. По этой методике зона возможного затопления и заболачивания оконтуривается, определяется глубина затопления на разных участках, устанавливается число жилых домов, площадь сельскохозяйственных угодий, попадающих в зону влияния подработки. Прогноз, сделанный для 14 шахт, показывает, что после выемки пластов общая площадь затопления превысит 200 км<sup>2</sup> при глубине затопления 6,5 м. В зону затопления попадает несколько сел, большие площади лесных и сельскохозяйственных угодий. Наибольших масштабов затопление и заболачивание достигнет на полях шахт «Самарская», № 34, № 8/12 и № 55, а также в Новомосковском районе, где возникнет угроза затопления леса на площади более 15 км<sup>2</sup>.

Для защиты от затопления плодородных почв, а также населенных пунктов рекомендуются следующие мероприятия: отвод рек за пределы горного отвода; поверхностный горизонтальный дренаж; вертикальный глубинный дренаж; бурение поглощающих скважин; сооружение водозащитных дамб для обваловывания затапливаемых площадей; повышение поверхности низменностей путем искусственного отложения на них наносов; спрямление русел рек; оборудование обводных и перехватывающих каналов; применение горнотехнических мероприятий по предотвращению оседаний земной поверхности или уменьшению их до безопасных пределов.

#### **§ 4. Охрана сооружений и природных объектов от подработки**

Сооружения при необходимости их дальнейшей эксплуатации, а также природные объекты при необходимости их сохранения подлежат охране от разрушающего влияния подземных разработок, сопровождающихся деформациями земной поверхности [23].

При разработке пластов угля под водными объектами

горные выработки подлежат охране от прорывов воды и увеличения ее притока до критических объемов, затрудняющих работу шахты.

Водные объекты, имеющие народнохозяйственное значение (реки, каналы, другие водоемы, водоносные горизонты, используемые для водоснабжения, мелиорации, рыбного хозяйства, отдыха трудящихся и т. д.), подлежат охране от последствий подработки. Мероприятия по охране сооружений и природных объектов от влияния горных разработок и по ведению горных работ в предохранительных целиках согласовываются и утверждаются органами Госгортехнадзора СССР до начала ведения горных работ.

Ведение очистных работ под охраняемыми объектами с отступлением от Правил охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния горных разработок допускается только при разрешении органов Госгортехнадзора.

Подрабатываемые здания, сооружения и другие объекты до начала и после окончания влияния на них горных работ, а при необходимости и во время подработки обследуются комиссией в составе представителей шахты, подрабатываемой охраняемый объект (с обязательным участием лиц, компетентных в инженерно-строительных вопросах), и организации, эксплуатирующей объект. На каждом этапе обследования составляются акты о состоянии объекта, его конструктивных особенностях, степени износа, деформации объекта от подработки и степени их влияния на его эксплуатационную способность, а при необходимости формулируются предложения по дополнительным мерам охраны объекта.

Руководители горного предприятия не менее чем за шесть месяцев до начала очистных работ в районе их влияния на охраняемый объект обязаны известить об этом организацию, ответственную за сохранность и эксплуатацию объекта.

Горное предприятие может производить выемку угля под всеми сооружениями, построенными с учетом конструктивных мер охраны, если горно-геологические условия (число намеченных к выемке пластов, их мощность, глубина залегания, угол падения) не изменились по сравнению с проектными. При неблагоприятном изменении горно-геологических условий (увеличение числа разрабатываемых пластов и угла их падения более чем на 10 %, обнаружение дополнительных тектонических нарушений и др.), приводящем к увеличению деформаций земной поверхности, подработка сооружения, построенного с введением конструктивных элементов для охраны, допускается по специальному

проекту, в котором предусмотрены меры по уменьшению деформаций до величин, принятых при проектировании, или применение иных мер, обеспечивающих сохранность сооружения. Проект мер охраны согласовывается и утверждается в порядке, установленном Госгортехнадзором СССР.

Параметры процесса сдвижения, необходимые для определения границ зоны опасного влияния подземных разработок, мер охраны сооружений, включая построение предохранительных целиков, и для расчета сдвижений и деформаций для различных бассейнов и месторождений, приведены в Правилах охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок [23, с. 3].

В проектах зданий и сооружений, возводимых на подрабатываемых территориях, в случаях, устанавливаемых проектной организацией, следует предусматривать проведение работ, связанных с инструментальным наблюдением за деформациями зданий и сооружений и земной поверхности в период подработки.

Не допускается строительство зданий и сооружений на подрабатываемых территориях, где по прогнозу возможно образование провалов и оползней. Строительство зданий и сооружений на подрабатываемых территориях в местах выходов разрабатываемых пластов и тектонических нарушений, а также в районах со старыми неглубокими горными выработками может быть допущено только по заключению организаций, специализирующихся в этой области.

Проявлениями подработки, которые учитываются при проектировании зданий и сооружений, являются сдвижения и деформации поверхности. Они подразделяются на следующие основные виды: оседание  $\eta$ , мм; наклон  $i$ , мм/м; кривизна (выпуклости, вогнутости),  $K$ , 1/м или радиус кривизны  $R=1/K$ , км; горизонтальное сдвижение  $\xi$ , мм; относительная горизонтальная деформация растяжения или сжатия  $\varepsilon$ , мм/м; уступ высотой  $h$ , см. Для зданий и сооружений, рассчитываемых с учетом пространственной работы конструкции, дополнительно необходимо определять величины следующих ожидаемых деформаций земной поверхности:  $S$  — скручивание, 1/км;  $\gamma$  — скашивание, мм/м.

Мульды сдвижения и эпюры деформаций земной поверхности показаны на рис. 41.

Исходными данными для проектирования зданий и сооружений на подрабатываемых территориях являются максимальные величины ожидаемых (нормативных) деформаций земной поверхности на участке строительства в направлениях вкрест и по простиранию пластов: от пластов,

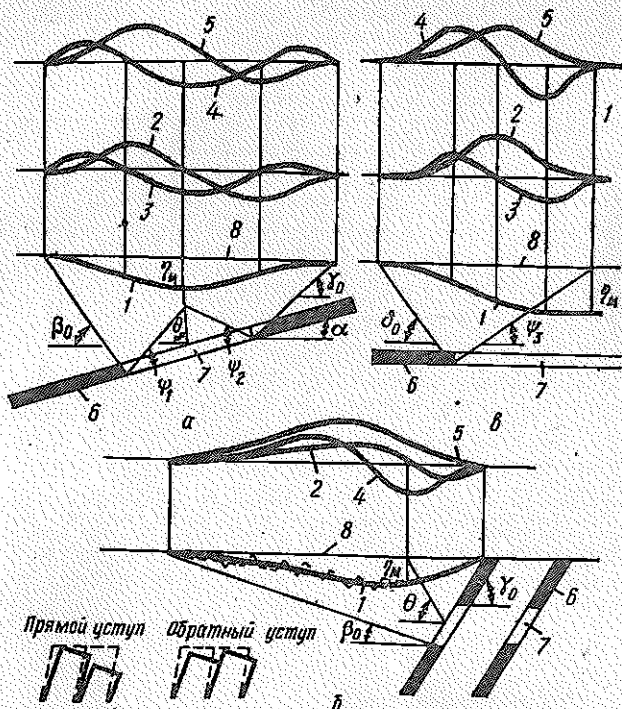


Рис. 41. Мульда сдвижения и эпюры деформаций земной поверхности:  
*а* — вертикальный разрез вкрест простирания при наклонном залегании пластов; *б* — вертикальный разрез вкрест простирания при крутом залегании пластов; *в* — вертикальный разрез по простиранию пласта; 1 — кривые оседаний; 2 — эпюры наклонов; 3 — эпюры кривизны; 4 — эпюры относительных горизонтальных деформаций; 5 — эпюры горизонтальных сдвижений; 6 — пласт; 7 — очистная выработка; 8 — положение земной поверхности до подработки;  $\alpha$  — угол падения пласта;  $\beta_0$ ,  $\gamma_0$ ,  $\delta_0$  — граничные углы сдвижения;  $\psi_1$ ,  $\psi_2$ ,  $\psi_3$  — углы полных сдвижений;  $\theta$  — угол максимального оседания;  $\eta_{\max}$  — максимальное оседание земной поверхности

намечаемых к отработке в течение всего срока эксплуатации зданий или сооружений (следует предусматривать полный комплекс мер защиты); от пластов, намечаемых к отработке в течение 20 лет (необходимо иметь в виду сокращенный комплекс мер защиты по согласованию с инстанцией, утверждающей проект). Проекты сооружений большой протяженностью в плане (трубопроводы и пр.) должны разрабатываться отдельно для каждого расчетного участка (расчетные участки выделяются в зависимости от конкретных горно-геологических условий подработки и их изменений).

Ожидаемые деформации земной поверхности для неизученных месторождений и с особо сложными горно-геологи-

Таблица 31. Деление подрабатываемых территорий на группы по величине ожидаемых деформаций земной поверхности [см.: 28, с. 5]

Группа	Ожидаемые деформации земной поверхности		
	Относительная горизонтальная деформация растяжения или сжатия $\epsilon$ , мм/м	Наклон $i$ , мм/м	Радиус кривизны $R$ , км
I	$12 \geq \epsilon > 8$	$20 \geq i > 10$	$1 \leq R < 3$
II	$8 \geq \epsilon > 5$	$10 \geq i > 7$	$3 \leq R < 7$
III	$5 \geq \epsilon > 3$	$7 \geq i > 5$	$7 \leq R < 12$
IV	$3 \geq \epsilon > 0$	$5 \geq i > 0$	$12 \leq R < 20$

ческими условиями подработки рассчитываются горными инженерами-маркшейдерами по методикам, разработанным организациями, специализирующимися в этой области.

В зависимости от максимальных величин ожидаемых (нормативных) деформаций земной поверхности подрабатываемые территории подразделяются на группы (табл. 31).

Подрабатываемые территории, на которых при разработке пластов полезного ископаемого образуются уступы земной поверхности, подразделяются в зависимости от ожидаемой высоты уступа на следующие группы:

Группы территорий по крутому падению	Ожидаемая высота уступа $h$ , см
I	$25 \geq h > 15$
II	$15 \geq h > 10$
III	$10 \geq h > 5$
IV	$5 \geq h > 0$

Сдвигения и деформации земной поверхности, учитываемые при расчете зданий и сооружений как факторы нагрузки, следует определять путем умножения значений ожидаемых (нормативных) деформаций земной поверхности на соответствующие коэффициенты перегрузки  $n$ , принимаемые по табл. 32.

Коэффициенты перегрузки меньше единицы следует учитывать при расчете зданий и сооружений на одновременное действие деформаций земной поверхности двух и более видов, когда уменьшение значения деформаций какого-либо вида может ухудшить условия работы конструкций.

При расчете конструкций зданий и сооружений на воздействие деформации земной поверхности необходимо вводить соответствующие коэффициенты условий работы, определяемые по табл. 33 в зависимости от общей длины здания (сооружения) или его отсека.

Застройка территории залегания полезных ископаемых (кроме общераспространенных) допускается по согласованию с органами государственного горного надзора. При этом должны быть предусмотрены и осуществлены строительные и иные мероприятия, обеспечивающие возможность извлечения из недр полезных ископаемых. Под застройку прежде всего следует использовать территории, под которыми залегают непромышленные полезные ископаемые; полезные ископаемые выработаны и процесс деформаций земной поверхности закончился; подработка ожидается после окончания срока амортизации проектируемых объектов.

Целесообразность намечаемого строительства должна быть подтверждена расчетами сравнительной экономической эффективности возможных вариантов с учетом затрат на меры защиты зданий и сооружений (строительные и горные) и на расширение строительной производственной базы, а также затрат на ремонт зданий и сооружений.

Картографический материал, необходимый для планировки и застройки городов и других населен-

Таблица 32. Значения коэффициентов перегрузки при расчете сдвижений и деформаций земной поверхности [см.: 28, с. 6]

Вид деформаций земной поверхности	Коэффициент перегрузки	
	Обозначение	Величина
Оседание $\eta$	$n_{\eta}$	1,1 (0,9)
Горизонтальное сдвижение $\xi$	$n_{\xi}$	1,1 (0,9)
Относительная горизонтальная деформация растяжения или сжатия $\epsilon$	$n_{\epsilon}$	1,2 (0,8)
Наклон $i$	$n_i$	1,2 (0,8)
Кривизна $K$	$n_k$	1,4 (0,7)
Уступ $h$	$n_h$	1,2 (0,8)
Скручивание $S$	$n_s$	1,4
Скашивание $\gamma$	$n_{\gamma}$	1,2

Таблица 33. Значения коэффициентов условий работы конструкций зданий и сооружений при деформации земной поверхности [см.: 28, с. 6]

Вид деформаций земной поверхности	Коэффициенты условий работы			
	Обозначение	при длине здания (сооружения), м		
		менее 15	15... 30	более 30
Относительная горизонтальная деформация растяжения или сжатия $\epsilon$	$m_{\epsilon}$	1	0,85	0,7
Наклон $i$	$m_i$	1	0,85	0,7
Кривизна $K$	$m_k$	1	0,7	0,55
Скручивание $S$	$m_s$	1	0,7	0,55
Скашивание $\gamma$	$m_{\gamma}$	1	0,85	0,7

ных пунктов на подрабатываемых территориях, должен содержать: контуры площадей залегания балансовых и забалансовых запасов полезных ископаемых; контуры площадей территорий различных групп по величинам ожидаемых деформаций земной поверхности; контуры предохранительных целиков; контуры площадей, где процесс деформаций земной поверхности закончился; данные о местах, где возможно образование провалов; данные о местах выхода под наносы тектонических разрывных нарушений горных пород и пластов полезного ископаемого; данные о линиях уступов на земной поверхности, проявившихся тектонических нарушениях и провалах.

Горные меры охраны предназначены для уменьшения деформаций земной поверхности в основании подрабатываемого объекта.

Исходными данными для проектирования горных мер охраны служат: допустимые деформации земной поверхности в основании наиболее ответственного сооружения, а также установленного в нем технологического оборудования; планы горных выработок рабочих пластов, залегающих в зоне влияния на объект, с нанесенным на них наиболее вероятным вариантом полной выемки запасов обычным для шахты способом; совмещенный план поверхности и характерные геологические разрезы с выделенными на них слоями мощных крепких пород; характеристики пород, тектонических нарушений и угольных пластов, включая сведения об опасности по горным ударам, внезапным выбросам угля и газа и т. д.; технологические возможности и ограничения шахты в осуществлении горных мер защиты, порядке отработки лав и пластов, количестве одновременно работающих очистных забоев и т. д.

Охрана зданий и сооружений путем применения горных мер должна осуществляться по проекту, включающему в себя: данные о горно-геологических условиях подработки охраняемых объектов, планы горных работ и разрезы с нанесенными на них тектоническими нарушениями, литологией, проектируемыми и ранее пройденными выработками по всем пластам, попадающим в зону влияния на охраняемый объект; данные об ожидаемых деформациях земной поверхности при обычном и проектируемом способах извлечения запасов; сведения об охраняемых сооружениях, санитарно-технических сетях и технологическом оборудовании, необходимые для определения допустимых и предельных деформаций; обоснование выбранных мер охраны и ожидаемый технический и экономический эффект от реализации проекта; проект наблюдательной станции и про-



грамму инструментальных наблюдений за сдвижением земной поверхности и подрабатываемого объекта.

При складчатом залегании пластов, а также в условиях, когда возможны сосредоточенные деформации земной поверхности, горные меры проектируют с привлечением специализированных организаций, например Всесоюзного научно-исследовательского института горной геомеханики и маркшейдерского дела (ВНИМИ). К их помощи следует прибегать также, когда инструментальными наблюдениями или визуальными осмотрами установлено, что фактические деформации земной поверхности или объекта в 1,5 раза больше ожидаемых на данном этапе подработки или допустимых значений.

Горные меры защиты зданий и сооружений от воздействия подземных горных выработок следует применять с целью уменьшения деформаций земной поверхности и назначать в тех случаях, когда применение одних только строительных мер защиты невозможно или нецелесообразно с экономической точки зрения. Прибегать к горным мерам защиты зданий и сооружений допускается только по согласованию с заинтересованными горнодобывающими предприятиями (объединениями, комбинатами).

В качестве горных мер защиты зданий и сооружений следует предусматривать: полную или частичную закладку выработанного пространства; разработку пластов полезного ископаемого с разрывом во времени и пространстве; разработку пластов полезного ископаемого широким фронтом несколькими лавами без оставления межлавных целиков. В исключительных случаях по согласованию с органами государственного надзора допускается неполная выемка полезного ископаемого по мощности или площади его пластов.

В случае применения горных мер защиты зданий и сооружений ожидаемые деформации земной поверхности следует определять по методикам, разработанным организациями, специализирующимися в этой области.

Для ориентировочных расчетов при закладке выработанного пространства величину максимального оседания земной поверхности по отношению к выемочной мощности пластов на угольных месторождениях следует принимать (в %): при гидравлической закладке — 30; пневматической — 40; самотечной — 60. Во время выемки пластов полезного ископаемого на неполную мощность величины оседания земной поверхности допускается определять уменьшением максимальной величины оседания пропорционально вынимаемому объему пластов.

При проектировании, строительстве и эксплуатации вновь строящихся, расширяемых и реконструируемых гидротехнических сооружений, возводимых на подрабатываемых и ранее подработанных территориях угольных месторождений, а также других полезных ископаемых, должны выполняться требования Инструкции по проектированию, строительству и эксплуатации сооружений на подрабатываемых горными работами территориях [11]. К числу гидротехнических сооружений относятся: плотины, дамбы, водосбросы, водохранилища, шламо- и хвостохранилища и накопители сточных вод, каналы, тоннели и сооружения на них, системы хозяйственно-питьевого водоснабжения, мелиоративные системы.

Условия безопасной разработки угольных пластов, расположенных под гидротехническими сооружениями, обеспечиваются выполнением требований Правил охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях, утвержденных Минуглепромом СССР.

Проектирование и строительство гидротехнических сооружений, располагаемых на подрабатываемых территориях, следует выполнять в соответствии с требованиями Основ законодательства Союза ССР и союзных республик о недрах, СНиП по проектированию и строительству гидротехнических сооружений, по инженерным изысканиям и другим нормативных документов, утвержденных Госстроем СССР. Класс капитальности водоподпорных, мелиоративных и водопропускных гидротехнических сооружений, располагаемых на подрабатываемых территориях, следует назначить согласно СНиПу по проектированию речных гидротехнических сооружений (класс капитальности водоподпорных сооружений следует повышать на единицу против указанного в СНиПах).

Проекты гидротехнических сооружений, располагаемых на подрабатываемых территориях, составляются на основе горно-геологических обоснований, которые должны содержать: план сооружения с нанесенными на нем границами зоны воздействия горных работ; геологические и гидрогеологические данные о подрабатываемом массиве горных пород и об основании гидротехнических сооружений; планы горных выработок и разрезы вкрест простирания пластов с указанием на них ранее пройденных выработок, скважин и данные о перспективе развития горных работ; сведения о ранее пройденных горных выработках в районе площадки строительства и в затопляемой зоне; характеристику систем разработки полезных ископаемых; сведения о наличии

и местоположении в районе строительства выходов пластов, тектонических разрывных нарушений, границ шахтных полей и предохранительных целиков, шурфов, устьев штолен; прогноз деформаций земной поверхности; материал о границах зон водопроводящих трещин и провалов; рекомендации о возможных горных мерах защиты, направленных на уменьшение влияния деформаций от подработки на гидросооружения.

Для обеспечения надежной и долговечной эксплуатации гидротехнических сооружений на подрабатываемых территориях проектные технические решения должны учитывать расположение сооружений относительно простирания пластов и применения (в соответствии с требованиями СНиП) строительных и горных мер защиты, обеспечивающих бесперебойную работу гидросооружений и установленного на них технологического оборудования при деформации подрабатываемого основания. Горные меры защиты проектируемых гидротехнических сооружений подлежат согласованию с производственным объединением, предприятия которого разрабатывают данное месторождение.

Размещение гидротехнических сооружений на площадках над ранее пройденными горными выработками в случаях, когда возможно образование на них провалов и крупных трещин, не допускается. Условия возможного образования провалов и крупных трещин при различных углах падения пластов и системах разработки, а также границы зон возможных провалов и крупных трещин с учетом достоверности контура ранее пройденных выработок устанавливаются в соответствии с инструкцией [11]. Площадки над ранее пройденными очистными выработками, расположенными на глубине от 20-кратной мощности пласта (но не менее 25 м) до 80 м при системе разработки без целиков в выработанном пространстве, должны относиться к группе IV (по СНиП). Если площадки будут подрабатываться при выемке других пластов, то к ожидаемым (вероятным) деформациям от проектируемых к разработке пластов добавляются деформации, вызываемые активизацией процесса сдвижения пород от ранее пройденных выработок. В случае, когда в пласте с ранее пройденными горными выработками при отработке последующих горизонтов и нижележащих пластов возникает сдвижение пород по напластованию, проектирование гидротехнических сооружений следует производить с учетом деформаций земной поверхности от сдвижения пород по напластованию. Горно-геологические условия, при которых возникает сдвижение пород по напластованию, границы области сдвижения и способ расчета

его величины определяются в соответствии с Правилами охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных работ на угольных месторождениях.

Площадки над ликвидированными вертикальными выработками диаметром более 1 м, имеющими выход на земную поверхность, и вокруг в радиусе 20 м следует исключать из площади застройки и размещения гидротехнических напорных сооружений. Строительство гидротехнических сооружений на территориях, расположенных над участками горизонтальных и наклонных подготовительных выработок, а также наклонных шахтных стволов, заложённых на глубине менее  $10h_v$  ( $h_v$  — полная высота выработки), допускается предусматривать при условии тщательного выявления и ликвидации оставшихся пустот. Опасные участки, исключаемые из площади застройки и размещения водохранилищ, должны включать проекции выработок и бермы шириной 20 м. Если над подготовительными выработками, пройденными на глубине от  $10h_v$  до 80 м, имеются обводненные слабощементированные породы, проектирование гидротехнических сооружений допускается при наличии заключения специализированной организации, подтверждающего невозможность образования провалов на земной поверхности вследствие выноса грунта в горные выработки.

Строительство гидротехнических сооружений на участках, расположенных над выходами тектонических нарушений (осей синклинальных складок), разрешается только в исключительных случаях при наличии соответствующего заключения специализированной организации. В условиях, когда прогнозирование деформаций земной поверхности над выходом тектонического нарушения невозможно, проектирование гидротехнических сооружений запрещается. Под участком с выходом тектонического нарушения (оси синклинальной складки) понимается участок, включающий обозначенный на плане выход сместителя нарушения (оси складки) с включением полос шириной до 60 м в обе стороны от обозначенного выхода сместителя.

Тип и конструкцию гидротехнических сооружений, проектируемых на подрабатываемых территориях, следует выбирать на основании технико-экономического сравнения вариантов. При этом следует исходить из целесообразности применения более гибких конструкций с преимущественным использованием местных грунтовых материалов и предусматривать разрезку бетонных и железобетонных сооружений на отдельные независимые секции с целью обеспечения нормальной работы при неравномерных деформациях

подрабатываемого основания. При проектировании гидротехнических сооружений рекомендуется предусматривать возможность полного опорожнения водохранилищ и временного прекращения эксплуатации сооружений для проведения ремонтных работ. При определении размеров поперечного сечения данных водоспусков следует исходить из допустимой скорости опорожнения водохранилища по условиям устойчивости откосов плотины и берегов и величины расхода воды в нижнем бьефе по условиям затопления и размыва.

При проектировании водохранилищ необходимо учитывать следующие факторы, обусловленные возможным оседанием земной поверхности при подработке территории: изменение топографии чаши, площади зеркала и объема водохранилища; затопление прилегающих земельных участков; образование мелководных зон; подтопление близлежащих подземных объектов.

К проектам гидротехнических сооружений на подрабатываемых территориях следует прилагать специальный паспорт, в котором должны приводиться: краткое описание схемы и конструкции сооружения, строительных и горных мер защиты, данные о деформациях земной поверхности, о грунтах основания, размещении контрольно-измерительной аппаратуры для наблюдения за состоянием сооружения и основания в период строительства и эксплуатации [11, с. 3].

### **§ 5. Охрана окружающей среды при скважинной геотехнологии разработки месторождений полезных ископаемых**

Добыча полезных ископаемых сопровождается нарушением целостности земной поверхности, выбросом в атмосферу пыли и газов, изменением гидрогеологического режима, качественного и количественного состава поверхностных и подземных вод. С увеличением глубины разработки месторождений полезных ископаемых при применении традиционных шахтных и открытых способов неблагоприятное воздействие горных работ на природную среду возрастает, особенно в местах ведения открытых горных работ.

Эти способы еще не обеспечивают одновременное повышение экономической эффективности горного производства и удовлетворение требований охраны окружающей среды.

Научно-технический прогресс в горном деле связан прежде всего с поиском принципиально новых геотехнологических способов добычи. По определению В. Ж. Аренса [5], к геотехнологическим способам (методам) относятся

способы добычи и переработки полезных ископаемых, основанные на переводе в подвижное состояние посредством осуществления на месте их залегания тепловых, массообменных, химических, гидродинамических процессов, что позволяет производить процесс добычи и выдачу полезного ископаемого из недр, как правило, через скважины. По сравнению с традиционными способами добычи геотехнологические способы в силу своей специфики оказывают на окружающую среду наименьшее отрицательное воздействие и являются наиболее гуманными по отношению к природе. Наряду с этим применение геотехнологических способов обеспечивает решение социальных проблем горного дела. Коренным образом меняются место и роль человека в процессе добычи полезных ископаемых, содержание и характер его труда. Скважинная геотехнология сводит к минимуму применение ручного, малоквалифицированного и физически тяжелого труда, создает обстановку, исключающую профессиональные заболевания, резко снижающую напряженность и интенсивность труда рабочих и, как следствие, вероятность производственного травматизма. Поточность и однооперационность процесса добычи и частичной переработки сырья в недрах при геотехнологических способах разработки месторождений обеспечивает повышение производительности труда.

Геотехнология — будущее горного дела. Она уже сейчас получает все возрастающее промышленное применение, но большинство способов еще только разрабатывается (табл. 34).

**Подземное растворение (ПР).** Добыча рассолов через скважины известна с XII—XIV вв. При ПР соляная залежь вскрывается скважинами, пробуренными на расстоянии 200 м друг от друга. Схема такой скважины приведена на рис. 42. Каждая скважина оборудуется тремя концентрично расположенными свободновисящими рабочими колоннами.

При послойном (ступенчатом) методе растворения соли в залежи, получившем в настоящее время наиболее широкое распространение, отработка каждой камеры (на рис. 42 камера околнурена штриховой линией) ведется слоями в восходящем порядке. Число слоев (ступеней) в камере принимается в зависимости от мощности залежи (на рисунке их четыре). После отработки в заданном объеме нижнего слоя камеры часть нерастворителя (нефть, керосин) по колонне 3 выпускают. Одновременно поднимают на высоту ступени (8...10 м) водоподводящую колонну 2, а рассолозаборную колонну 1 устанавливают на высоте, обес-

Т а б л и ц а 34. Использование геотехнологических способов по В. Ж. Аренсу [см.: 5, с. 24]

Способ	Объекты промышленного применения	Объект полупромышленного применения и опытных исследований; проработки, предложения, патенты
Растворение	Месторождения каменной, калийных солей	Месторождения бишофита, соды, глауберовой соли
Выщелачивание	Зоны окисления сульфидных месторождений меди и никеля. Уран инфильтрационных и осадочно-инфильтрационных месторождений, а также забалансовые участки эндогенных месторождений	Месторождения марганца, сульфидные месторождения меди, свинца, цинка и никеля, золота, титана, известняка. Осадочные бурожелезняковые месторождения
Выплавка	Месторождения самородной серы	Серя в непроницаемых рудах, битум и тяжелая нефть, озокерит, сера вулканогенных месторождений, асфальтит, металлы
Газификация	Месторождения каменного и бурого угля	Осушенные месторождения серы. Известняк, месторождения битумов, горючих сланцев, руд, содержащих мышьяк и ртуть
Скважинная гидродобыча	Месторождения фосфоритов, строительные пески	Осадочные месторождения металлов, строительные пески и гравий. Титан, каситерит в погребенных россылях, желваковые фосфориты, уголь, мягкие бокситы, железо и т. д.
Добыча полезных ископаемых из подземных вод	Месторождения йодобромистых вод, а также вод, содержащих бор, уран, стронций	Сточные воды шахт, рудников и нефтепромыслов
Извлечение и использование тепла Земли	Природные парогидротермы	Тепло «сухих» горных пород

печивающей возможность получения рассолов без примесей нерастворимых пород, которые выпадают на дно камеры. Рассол промышленной концентрации (305...310 г/л) под остаточным давлением извлекается по рассолозаборной колонне на поверхность и служит исходным сырьем для получения хлора, соды, пищевой соли и других продуктов.

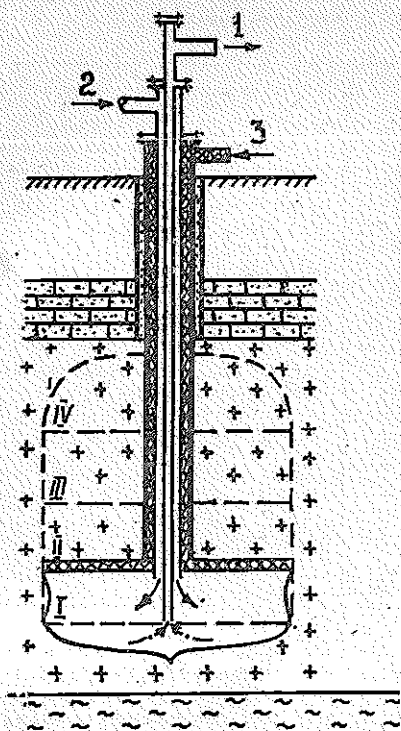


Рис. 42. Схема скважины для ступенчатого растворения соляной залежи:

I — IV — (слои) ступени обработки; 1, 2, 3 — рабочие колонны соответственно для рассола, воды и нерастворителя

Способ ПР используется также для создания в соляных отложениях емкостей — хранилищ нефтепродуктов и сжиженных газов.

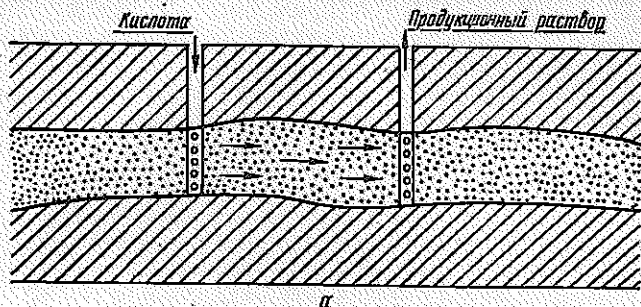
Камеры, в которых происходит процесс растворения соли, изолируют от водоносных горизонтов водоупорными породами, что предотвращает утечку рассола. Нарушение герметичности камер и обрушение в них кровли или разрушение целикров под действием горного давления ведут к утечкам, поскольку напор рассолов значительно превышает естественный напор подземных вод.

Способ ПР позволяет создать локализованные участки растворения в пласте и обеспечить многократное использование растворов с достижением их насыщения. Основная проблема предотвращения загрязнения окружающей среды связана со снижением и обезврежи-

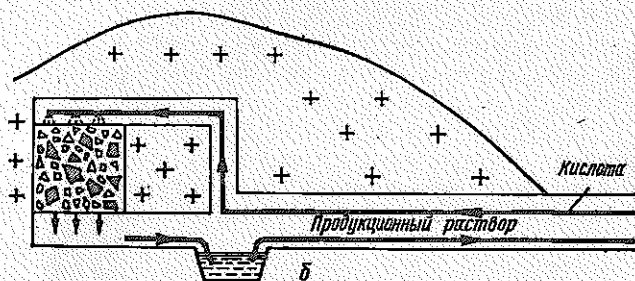
ванием отходов наземной переработки рассолов. При переработке их электролизом в качестве товарных продуктов получают щелочи или углекислые соли. Выбросы газообразного хлора поглощают щелочными агентами с получением в качестве продукта гипохлорита кальция. Объемы получаемых при этом растворов хлоридных солей невелики и после разбавления подлежат сбросу.

**Подземное выщелачивание.** Геотехнологическая добыча полезных ископаемых способом подземного выщелачивания (ПВ) основана на избирательном переводе полезного компонента в жидкую фазу в недрах с последующей переработкой металлосодержащих растворов. Способ ПВ применяется в основном при добыче урана, цветных и редких





а



б

Рис. 43. Технологические схемы подземного выщелачивания металлов: а — из проницаемых руд в естественном залегании; б — из взорванных и замаганированных руд

металлов. В 1974 г. этим способом было получено 20 % мировой добычи меди. Широкое распространение получило кучное выщелачивание, осуществляемое на земной поверхности при переработке пород плоских отвалов и терриконов.

При подземном выщелачивании металлов применяют две технологические схемы — из проницаемых руд в естественном залегании через скважины (рис. 43, а) и из взорванных и замаганированных руд (рис. 43, б) и использованием подземных горных выработок.

По первой схеме месторождение, представленное проницаемыми рудами, вскрывают системой закачных скважин, располагаемых рядами, многоугольниками или кольцами. В закачные скважины подают кислоту, которая, фильтруясь по залежи, выщелачивает полезные компоненты. Полученный производственный раствор через откачные скважины поступает из недр на земную поверхность.

Вторая схема применяется при разработке монолитных непроницаемых рудных тел. Залежь вскрывают подземными выработками и делят на отдельные блоки, которые разбуривают скважинами и дробят. На месторождениях

гидротермального генезиса, руды которых перед выщелачиванием требуют предварительного дробления, применяют обычно либо систему разработки с принудительным этажным обрушением, либо с магазинированием руды. В Советском Союзе предпочтение отдается первой системе, так как при магазинировании большое количество руды (до 30 %) приходится выдавать на поверхность. Разрушенный взрывом рудный массив на верхнем горизонте орошают кислотой. Стекая вниз под действием силы тяжести, растворитель омывает куски руды, растворяет минералы и насыщается полезным компонентом. На нижнем горизонте раствор собирают и перекачивают на поверхность для переработки.

Разработка месторождений способом ПВ через систему скважин оказывает несравненно меньшее отрицательное воздействие на окружающую среду: нет отвалов забалансовых руд, пустых пород и хвостохранилищ, значительно уменьшаются и даже полностью отсутствуют оседания и нарушения земной поверхности, пылеобразование на всех этапах разработки, включая вскрытие и подготовку, несоизмеримо сокращаются процессы перерабатывающего производства за счет исключения из технологической схемы громоздких операций рудоприемника и рудоподготовки.

При выщелачивании радиоактивных и редких металлов пористость руды практически не изменяется, так как растворению подвержены незначительные по содержанию минералы полезного ископаемого. Руды с содержанием полезного компонента 15...20 % и более во время обработки обычно разрушаются и уплотняются. Руды прожилковые, гнездовые, вкрапленные с прочным скелетом могут сохранять целостность первоначальной структуры, в то время как землянистые, дисперсные, брекчевидные и другие полностью разрушаются. Если над разрушившейся рудой залегают прочные породы, то в кровле рудной залежи образуется полость, пластичные породы плавно оседают. Однако при этом может произойти нарушение цементных колец вокруг скважин, повреждение рабочих колонн и т. д.

Технологические растворы в случае нарушения режима откачки или закачки в устья эксплуатационных скважин разливаются (вследствие заиливания и кольматации фильтров и прифильтровой зоны скважин, нарушения герметичности соединений трубопроводов в устьях скважин и др.). При нарушении герметичности трубопроводов закачные и продукционные растворы заливают поверхность почвы по трассе трубопроводов. В целях предотвращения указанных загрязнений перед началом эксплуатации ряда скважин

(ячейки) или участка снимают поверхностный плодородный слой почвы по всей длине ряда эксплуатационных скважин на ширину 4...5 м и глубиной 40...50 см. После отработки запасов на участке (4...5 лет) плодородный слой почвы укладывают на прежнее место. При надежной герметизации трубопроводов и высоком уровне организации службы эксплуатации на участках можно ограничиться снятием верхнего слоя почвы только вблизи скважин, когда расстояние между ними превышает 12...15 м.

Способ ПВ через скважины полностью исключает какие-либо источники пылевыведения и в десятки раз уменьшает загрязнение атмосферы, например, радиоактивными веществами. Небольшим источником выделения радона являются откачные скважины. При эрлифтном способе подъема растворов около скважин образуется небольшое аэрозольное облако, состоящее из распыленных частиц раствора и газообразных продуктов, включая радон, некоторое количество которого и короткоживущих продуктов его распада сразу же после выброса в атмосферу рассеивается, теряет свою активность и реальной опасности в дальнейшем не представляет. Такое аэрозольное загрязнение не превышает допустимых пределов. Откачка растворов погружными насосами вместо эрлифтов ликвидирует распыление производственного раствора, создает возможность герметизации откачных скважин и, как следствие, резко сокращает выделение в атмосферу радона [см.: 9].

В процессе подземного выщелачивания используется большое количество жидкости, в которой накапливаются продукты реакции растворов с рудами и вмещающими породами. При наличии же гидрогеологических связей с водоносными горизонтами рабочие и производственные растворы могут быть источником загрязнения подземных вод.

Процесс перевода полезного компонента в раствор происходит непосредственно в рудном поле, в определенном ограниченном пространстве рудовмещающего горизонта. Загрязнение подземных вод может произойти, если технологические растворы потекут за пределы обрабатываемой части месторождения по рудовмещающему и смежным водоносным горизонтам. Поэтому основным и решающим условием предотвращения загрязнения подземных вод является знание закономерностей протекания процессов перевода полезного компонента в раствор, направленности и изменения (повышения) концентрации, соблюдение регламента технологических процессов, гидродинамического равенства закачки выщелачивающих и откачки производственных растворов. Качественно выполненная изоляция при

сооружении скважин, т. е. правильная цементация затрубного пространства, является важным мероприятием, предотвращающим перетекание соледержащих растворов в смежные горизонты.

В практике особое внимание уделяется контролю технологического процесса выщелачивания. Для этого бурят сеть наблюдательных скважин, что позволяет систематически следить за перемещением рабочих и продукционных растворов за пределы отведенного контура выщелачивания, за появлением жидких флюидов и их осадков в подземных водоносных горизонтах и в поверхностных водоемах. При необходимости воды отработанного участка нейтрализуют известкованием.

**Подземная выплавка.** Геотехнологическая добыча способом подземной выплавки основана на разогреве полезного ископаемого (серы, тяжелой нефти, битума, асфальтита и др.) на месте его залегания и откачке расплавленной массы через скважину на поверхность. Наибольшее распространение этот способ получил в серной промышленности: каждую третью тонну серы, добываемой в СССР из самородных руд, получают способом подземной выплавки.

Для осуществления подземной выплавки серы (ПВС) до пласта серы бурят скважины диаметром 200...300 мм. В каждой скважине размещают три концентрически расположенных трубы для подачи теплоносителя, сжатого воздуха и подъема расплавленной серы на поверхность. Затрубное пространство тщательно цементируется с целью исключения прорыва вод на поверхность.

В основе способа подземной выплавки серы лежит свойство элементарной серы плавиться при более низкой по сравнению с вмещающими породами температуре плавления [386...392 К] (113...119 °С), сравнительно низкая вязкость серы [7...11·10<sup>-3</sup> Па·с в рабочем интервале температур 393...432 К (120...159 °С)], а также нерастворимость в воде и в воздухе.

Технологический комплекс ПВС включает: установки для приготовления теплоносителя — воды с температурой 438...448 К (165...175 °С) (котельная с химводоочисткой); поверхностные коммуникации (магистральные трубопроводы); добычные скважины. Последние оборудуются колоннами концентрически расположенных труб для подачи теплоносителя, сжатого воздуха и подъема расплавленной серы (рис. 44). Нагнетаемый теплоноситель — вода с температурой 438...448 К (165...175 °С) — через верхнюю перфорацию подается в пласт. Распространяясь по кавернам и порам пласта, горячая вода плавит серу, которая под действием

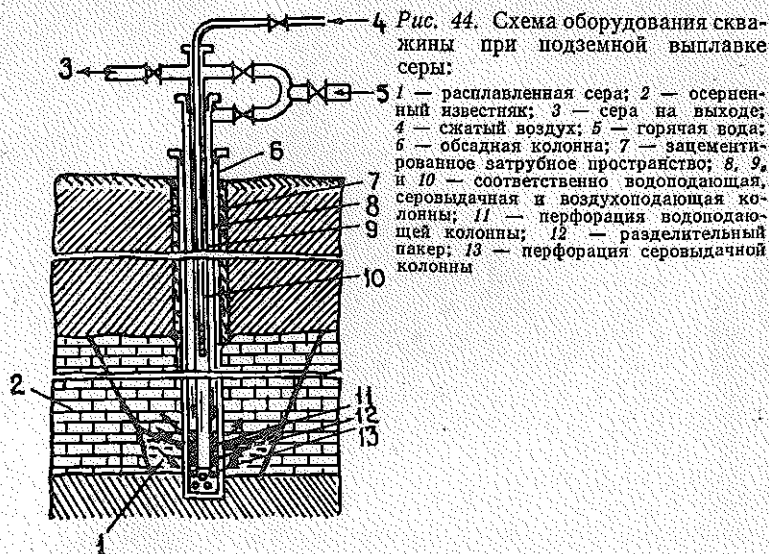


Рис. 44. Схема оборудования скважины при подземной выплавке серы:  
 1 — расплавленная сера; 2 — осерненный известняк; 3 — сера на выходе; 4 — сжатый воздух; 5 — горячая вода; 6 — обсадная колонна; 7 — зацементированное затрубное пространство; 8, 9, и 10 — соответственно водоподающая, серовыдачная и воздухоподающая колонны; 11 — перфорация водоподающей колонны; 12 — разделительный пакер; 13 — перфорация серовыдачной колонны

силы тяжести стекает вниз и собирается у забоя скважины. Через нижнюю перфорацию, отделенную от верхней пакером, жидкая сера проникает в трубу и под воздействием пластового давления поднимается на некоторую высоту. При подаче сжатого воздуха в воздухоподающую колонну сера эрлифтом откачивается на поверхность. Здесь она отстаивается в резервуарах, пропускается через фильтры для очистки от незначительного количества примесей и отправляется на склад готовой продукции, где хранится в жидком или твердом виде. Конечный продукт содержит до 99,9 % чистой серы.

На производство 1 т серы расходуется от 6 до 40 м<sup>3</sup> горячей воды. Пластовое давление поддерживают и регулируют через водоотливные скважины. Избыточную минерализованную воду, отбираемую через эти же скважины, после очистки и разбавления сбрасывают в отстойники или повторно нагревают и используют в процессе выплавки серы. Пустоты, образующиеся после выплавки серы, заполняют через скважины глинистыми растворами для предотвращения утечки теплоносителя.

В процессе ПВС массив выплавленных серосодержащих руд разрушается, при этом земная поверхность плавно прогибается или под влиянием температурного расширения пород и давления теплоносителя поднимается на высоту до 2,6 м. Максимальное поднятие отмечается в районе, где еще

отсутствует развитая зона плавления, оседание пород в которой могло бы компенсировать поднятие.

Важнейшее значение при ПВС имеет защита от загрязнения атмосферы, подземных и поверхностных вод. Технология добычи серы связана с откачкой и сбросом пластовых вод и отработанного теплоносителя. Откачиваемые воды характеризуются высокой минерализацией. Высокоминерализованные сточные воды образуются также при регенерации фильтров котельной и откачке продуктов реакции солянокислотной обработки при подготовке серодобычных скважин к эксплуатации. Рассолы, которые сбрасываются совместно с откачиваемыми пластовыми водами, нарушают водно-солевой баланс рек и приводят к превышению концентрации в них нормируемых ингредиентов. Поэтому откачиваемые воды должны подаваться на установку очистки от сероводорода, затем в пруды-накопители.

Очистка от сероводорода производится методом подкисления с последующей отдувкой воздухом и окислением сероводорода. Такой способ очистки нередко вызывает трудности из-за непостоянства содержания сероводорода в откачиваемых водах, а также необходимости использования дефицитных реагентов. Отсутствие закрытой системы водоотлива приводит к загрязнению воздуха сероводородом в районе серодобычного поля, прудов-накопителей и санитарной защитной зоны.

Загрязняют воздух, нарушают нормальные рабочие условия и приводят к безвозвратным потерям тепла неорганизованные выбросы из грифонов и внутрикустовых скважин, изливающих горячий отработанный теплоноситель. Причины этих выбросов — нарушение порядка и режима ввода скважин в эксплуатацию и водоотлива, т. е. несовершенство эксплуатации месторождения.

Наиболее радикальный путь защиты поверхностных вод и атмосферы при ПВС — это максимальное использование откачиваемых вод в технологическом процессе выплавки серы. Экономичнее подготовить сточные воды для повторного использования, чем довести их состав до показателей, допускающих сброс. Исключая необходимость глубокой очистки сточных вод и получая экономию свежей воды, обеспечивают возможность утилизировать теплоту при повторном использовании вод, откачиваемых и изливающихся из пласта с температурой 313...363 К (40...90 °С).

В разработке Язовского месторождения серы (Прикарпатье) предусмотрено повторное использование вод. Для производства теплоносителя из пластовых вод предложена замкнутая схема, включающая откачку их из водоотлив-

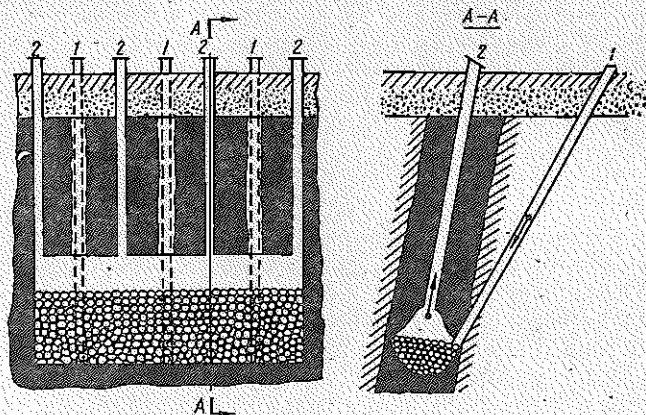


Рис. 45. Схема подземной газификации угля:

1 — полевые скважины; 2 — наклонные скважины по пласту угля (стрелками обозначено направление дутья и движения газа)

ных скважин в общий коллектор; обработку триполифосфатом натрия; пароинжекционный нагрев, основанный на непосредственном смешении пластовой воды с паром; транспортировку теплоносителя в серодобычную скважину.

Подземная газификация представляет собой термохимический процесс превращения твердых полезных ископаемых (угля, горючих сланцев, серы и др.) в газы, пригодные для энергетического или технологического использования.

Современная технология подземной газификации угля (ПГУ) основывается на бесшахтной подготовке подземных газогенераторов и осуществлении процесса газификации в реакционных каналах, в которых происходит взаимодействие топлива с кислородом и паром дутьевых потоков. Подземный газогенератор создают, вскрывая соответствующие участки угольного пласта вертикальными, наклонными или наклонно-горизонтальными скважинами, сбиваемыми между собой каналами газификации (рис. 45). До определенной глубины скважины обсаживают металлическими трубами, а сбойку производят различными способами (фильтрационным, сжатым воздухом высокого давления, торпедированием, гидравлическим разрывом с огневой проработкой каналов, электрическим, направленным бурением горизонтальных скважин по угольному пласту).

Газификацию угля в подземном газогенераторе начинают с розжига пласта, после чего по одной из скважин в огневой забой подается дутье (парокислородно-воздушное

или воздушное), а по другой на земную поверхность отводится образующийся газ.

Изменяя состав подаваемого дутья и организуя соответствующее движение дутьевых потоков, можно управлять процессом подземной газификации и составом получаемых газов, которые используются для энергетических целей, а также для получения искусственных жидких топлив, синтетического каучука, удобрений, взрывчатых веществ, лекарств и химических продуктов (фенолов, пиридинов, жирных кислот, серы и др.).

По сравнению с традиционными способами разработки угольных месторождений ПГУ имеет ряд существенных преимуществ: отпадает необходимость использовать большие площади для размещения пустой породы, которая не только занимает эту площадь, но и отравляет атмосферу продуктами самовозгорания и загрязняет пылью; плодородный слой почвы не нарушается. Кроме того, при использовании газа, полученного из угольных пластов вместо твердого топлива, значительно улучшаются условия труда и состояние воздушного бассейна. В продуктах сгорания газа нет твердых частиц и оксида углерода, содержание оксидов азота незначительно; отсутствует и сернистый ангидрид, так как при подземной газификации сера, имеющаяся в угле, переходит в газ в виде сероводорода, который сравнительно легко может быть удален из газа. Подземная газификация требует меньших капиталовложений, чем газификация в наземных установках, что обуславливает получение более дешевого газа.

Вместе с тем применение ПГУ для разработки угольных месторождений, залегающих на небольшой глубине, связано с серьезными трудностями охраны воздушного бассейна. При газификации угольных пластов на глубине до 50...70 м имеют место утечки газа, который, фильтруясь через толщу пород, выходит на поверхность. Для уменьшения утечек необходимо поддерживать в подземном газогенераторе минимальное давление и рекультивировать земную поверхность, заполняя возникающие трещины глинистыми породами. Поэтому перспективы развития ПГУ с обеспечением требований экологии связаны с разработкой месторождений на больших глубинах, где основное внимание должно быть уделено предотвращению загрязнения подземных вод фенолами.

**Скважинная гидродобыча (СГД).** Сущность этого способа заключается в превращении полезного ископаемого на месте залегания в гидросмесь и ее откачке на поверхность (рис. 46). При СГД месторождение вскрывается скважина-



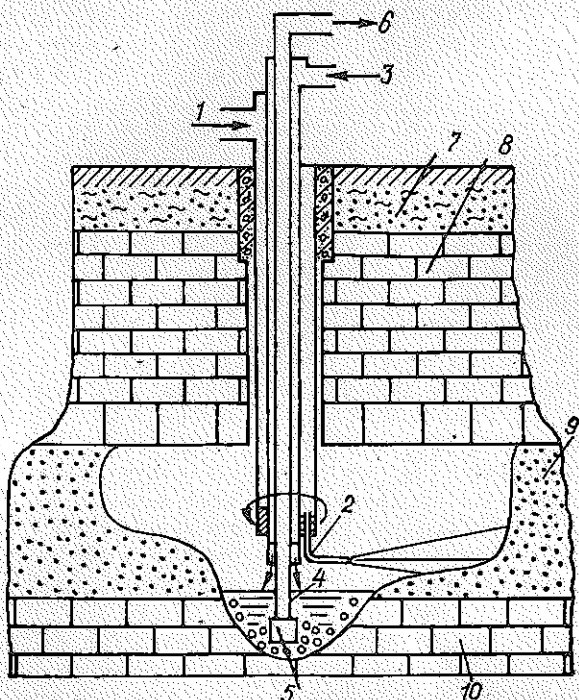


Рис. 46. Схема скважинной гидродобычи полезных ископаемых:

1 — технологическая вода; 2 — короткий ствол с насадкой; 3 — сжатый воздух; 4 — клапан; 5 — всас; 6 — гидросмесь; 7 — четвертичные породы; 8 — скальные покрывающие породы; 9 — полезные ископаемые (зернистые); 10 — подстилающие породы

ми диаметром 100...300 мм. В пробуренную скважину, обсаженную металлическими трубами, опускают гидродобычный снаряд, состоящий из гидромонитора и гидроэлеватора (эрлифта), к которому подается вода. Размытое гидромониторной струей полезное ископаемое (уголь, руда, песок, гравий и др.) откачивается на поверхность эрлифтом. Гидроотбойку ведут при рабочем давлении, равном пятикратной величине коэффициента крепости полезного ископаемого по шкале М. М. Протождяконова. Разрушают (размывают) пласты гидромониторной струей как в незатопленной, так и в затопленной среде. Интенсификация разрушения возможна путем вибрационного воздействия, предварительного ослабления массива полезного ископаемого химическими или микробиологическими способами.

Скважинная гидродобыча позволяет разрабатывать рыхлые, слабосцементированные породы, а также месторожде-

ния полезных ископаемых, расположенных под водоемами. При добыче руд пульпа, откачиваемая на поверхность, обезвоживается и выщелачивается. Руда, оставшаяся в виде технологических целиков в недрах, также выщелачивается, для чего отработанные камеры предварительно заполняют закладочным материалом (песком), чтобы предотвратить деформацию земной поверхности. После разрушения целиков (под действием горного давления) в скважины подают выщелачивающий раствор, который, фильтруясь по закладке, достигает разрушенных целиков и обогащается полезным компонентом. Образующийся продукционный раствор откачивают через другую группу скважин.

Соблюдение параметров устойчивых целиков и пролетов камер обеспечивает безопасное ведение добычных работ при извлечении полезного ископаемого до 60 %. В процессе отработки месторождений с неустойчивой кровлей последняя по мере увеличения размера выработки плавно прогибается вплоть до оседания ее на дно камеры. Сдвигение налегающей толщи повторяет линию изгиба непосредственной кровли. Обводненность массива увеличивает скорость образования мульды сдвигения и глубину ее на поверхности.

В Советском Союзе скважинная гидродобыча применяется в промышленных масштабах на Кингисепском месторождении фосфоритов, в Западной Сибири при добыче песчано-гравийных строительных материалов. Разработка глубоких песков способом СГД в Западной Сибири показала, что технологический процесс сопровождается оседанием земной поверхности. Так, при глубине разработки до 100 м и добыче из скважины более 200 м<sup>3</sup> песка вокруг скважины происходит осесимметричное формирование мульды сдвигения. Плавный прогиб пород в начале оседания сопровождается затем образованием концентричных трещин вокруг скважины и последующими вертикальными сдвигами по этим трещинам. Крутизна воронки вблизи скважины увеличивается, и объем мульды сдвигения поверхности постепенно приближается к объему добычи из скважины.

При ликвидации отработанных скважин трубы поднимают с помощью бурового станка или автокрана, а ствол заполняют глинистым материалом для предотвращения перетока поверхностных вод в глубокие горизонты.

При добыче ценных полезных ископаемых (уран, бокситы), чтобы сохранить поверхность без нарушения, целесообразно применять комбинированную двухстадийную отработку месторождения с закладкой первичных камер. В этом случае месторождения разрабатывают одиночными камера-

ми с оставлением междукамерных целиков. Затем производится закладка отработанных камер твердеющим закладочным материалом, отработка оставленной руды ведется во вторую очередь. Размеры первичных и вторичных камер, а также прочностные свойства закладочного материала определяются ценностью полезного ископаемого и физико-механическими свойствами руды и вмещающих пород. Вторичные камеры после отработки заполняются отходами производства или дешевыми закладочными материалами.

Способ СГД предусматривает оборотное водоснабжение, исключает вредные выбросы в водоемы и атмосферу, т. е. полностью соответствует требованиям охраны окружающей среды.

## § 6. Сокращение потерь и комплексное использование полезных ископаемых

Все выявленные в недрах нашей страны запасы полезных ископаемых, утвержденные в установленном порядке, подлежат государственному учету.

Промышленные запасы угля определяются путем исключения из балансовых запасов категории *A*, *B* и *C*<sub>1</sub> запасов, не принятых и непригодных к разработке, а также проектных потерь. Проектные потери угля определяются по группам: потери по горно-геологическим и гидрогеологическим условиям (зоны тектонических нарушений, закарстованные участки, участки с балансовыми запасами угля, на площади которых распространены некондиционные запасы, потери из-за сложности контуров залежи, в обводненной части залежи и т. д.); потери в целиках для охранызданий, сооружений, водоемов, рек и др.

Размер эксплуатационных потерь угля должен приниматься по нормативам, разработанным для отдельных угольных бассейнов и месторождений.

Потери полезных ископаемых в недрах приводят к таким нежелательным для народного хозяйства последствиям: дополнительным затратам на разведку полезных ископаемых и на проектирование шахт; увеличению себестоимости добычи; досрочному вскрытию и подготовке новых блоков и горизонтов; необходимости строительства дополнительных шахт и освоения новых месторождений взамен выбывающих.

Для максимального сокращения потерь полезного ископаемого в проекте необходимо предусматривать порядок разработки месторождения, при котором исключается разработка временно не извлекаемых запасов и обеспечивает-

ся полная выемка полезного ископаемого без оставления целиков; погашение оставленных предохранительных и барьерных целиков при доработке запасов; применение мер, исключающих подземные пожары.

Более полному извлечению полезных ископаемых и сокращению их потерь в недрах способствует полная закладка выработанных пространств (вместо охранных целиков) при разработке мощных пластов угля, склонных к самовозгоранию; тонких крутых пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа; при разработке пластов угля под потушенными пожарами, опасных по внезапным прорывам глины. При отработке целиков угля под сооружениями на поверхности и при системах разработки пластов с закладкой может быть принята обычная или твердеющая закладка (применение закладки обосновывается технико-экономическими расчетами).

В связи с возрастающими из года в год объемами добычи и потребления твердого топлива важное значение для укрепления экономики страны и охраны окружающей среды имеет рациональное и комплексное его использование в народном хозяйстве. Повышение эффективности использования твердого топлива базируется на комплексном использовании всей горной массы, включая отходы обогащения, расширении сырьевой базы коксования, улучшении качества энергетического угля, сокращении потерь топливных ресурсов в сфере обращения (транспортирование, хранение и др.), создании экономически эффективных процессов переработки угля в жидкое топливо [7, с. 14].

При добыче и переработке твердого топлива в отходах накапливается минеральная масса, содержащая в ряде случаев до 30...40 % горючего материала. Транспортирование, складирование, хранение отходов в отвалах и сооружение последних связаны со значительными затратами (0,5...0,7 руб/т отходов), непроизводительным использованием земельных угодий, загрязнением окружающей среды. Горючая масса отходов и такие ценные минеральные компоненты, как соединения алюминия, кремния и других элементов, безвозвратно теряются. В то же время на производство строительных материалов расходуется большое количество топлива и минерального сырья.

В СССР ежегодно образуется сотни миллионов тонн отходов при добыче угля и горючих сланцев и около 60 млн. т при углеобогащении, которые используются в относительно небольших количествах, в то время как на изготовление строительных материалов расходуется минеральное сырье и товарный уголь (12...15 млн. т. в год).

В ближайшей перспективе промышленность строительных материалов должна расширить производство пористых заполнителей и кирпича различных марок. Для этого потребуется новое сырье, которым вполне могут быть отходы угледобывающего производства. Технология изготовления аглопорита, разработанная в Институте горючих ископаемых и Всесоюзном научно-исследовательском институте строительных материалов и конструкций, проверена в промышленном масштабе, в частности, на Соколовско-Сарбайском горно-обогатительном комбинате, а опытно-промышленные партии стеновой керамики получены из отходов угледобывающего и металлургического производств. Лучшим по качеству получается аглопорит, изготовленный на основе вскрышных пород разрезов «Березовский» и «Итатский» Канско-Ачинского угольного бассейна.

Наряду с увеличением добычи угля в Канско-Ачинском угольном бассейне здесь предусматривается производство термически обогащенного топлива с последующим его транспортированием в центральные районы страны. При термическом обогащении значительно повышается теплота сгорания, снижается химическая активность и исключается смерзаемость угля. Уже внедрен в производство разработанный Институтом горючих ископаемых метод термического обогащения углей с получением энергетического топлива и полукокса для использования в металлургии (агломерационное производство, электротермические процессы и др.).

Принципиальная схема производства термоугля показана на рис. 47, а жидких продуктов из угля — на рис. 48.

Научно-исследовательские и проектные институты нашей страны разрабатывают технологию добычи и переработки полезных ископаемых, которая позволит осуществить использование всех компонентов извлекаемой из недр горной массы. Например, в Институте химии Академии наук Эстонской ССР разработана схема и технология комплексной переработки горючих сланцев (рис. 49), в Днепропетровском горном институте выполняются работы по геотехнологии подземной гидрогенизации угля, основанной на превращении угля в подвижное состояние на месте его залегания, т. е. в массиве. Экспериментально подтверждена высокая эффективность гидрогенизации углей Западного Донбасса. Это позволит разрабатывать тонкие и весьма тонкие угольные пласты, находящиеся в сложных горно-геологических условиях. Тем самым обеспечивается более полное использование минеральных энергетических ресурсов земных недр с минимально возможным нарушением экологического

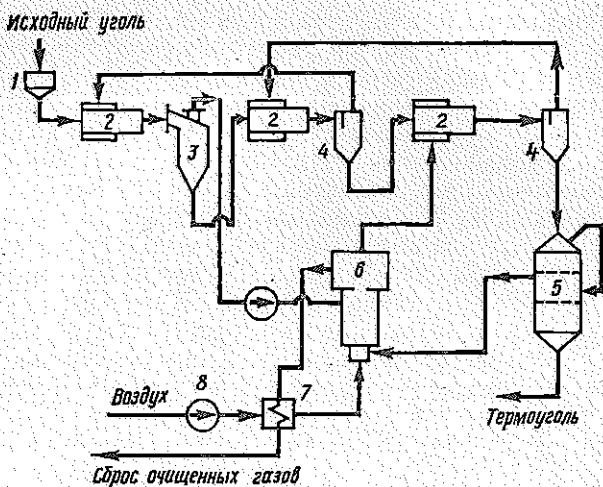


Рис. 47. Схема производства термоугля:

1 — бункер; 2 — вихревые камеры; 3 — циклон; 4 — пылеотделители; 5 — реактор-кондиционер; 6 — топка; 7 — воздухоподогреватель; 8 — насос

равновесия и созданием наиболее благоприятных условий труда в горнодобывающей промышленности.

Подземным способом добывается почти весь коксующийся уголь и антрацит, потери которых при этом весьма большие. Борьба с потерями угля начинается с проектирования шахт. Снижение потерь увеличивает время действия шахт, что сокращает расходы на разведку и освоение новых месторождений. За последние годы потери угля при добыче несколько снизились.

Часть потерь угля неизбежна. Большие запасы его иногда «замораживаются». К примеру, под территорией, занимаемой Карагандой, находится около 2 млрд. т коксующихся углей. Много угля под территориями шахтерских городов в Донбассе. Крупные запасы сосредоточены под территорией Прокопьевска и Киселевска в Кузнецком бассейне. С целью использования этих запасов принято решение о переносе части города Прокопьевска на другую территорию. В будущем объем добычи угля под застроенными территориями может увеличиваться. Здесь необходимо применять закладку выработанного пространства пустой породой. Этот метод используют не только для сохранения сооружений над выработками, а гораздо шире, так как он приносит двойную выгоду: полнее извлекается уголь, а значительная часть породы, которую раньше необходимо было выдавать из шахты, остается под землей.

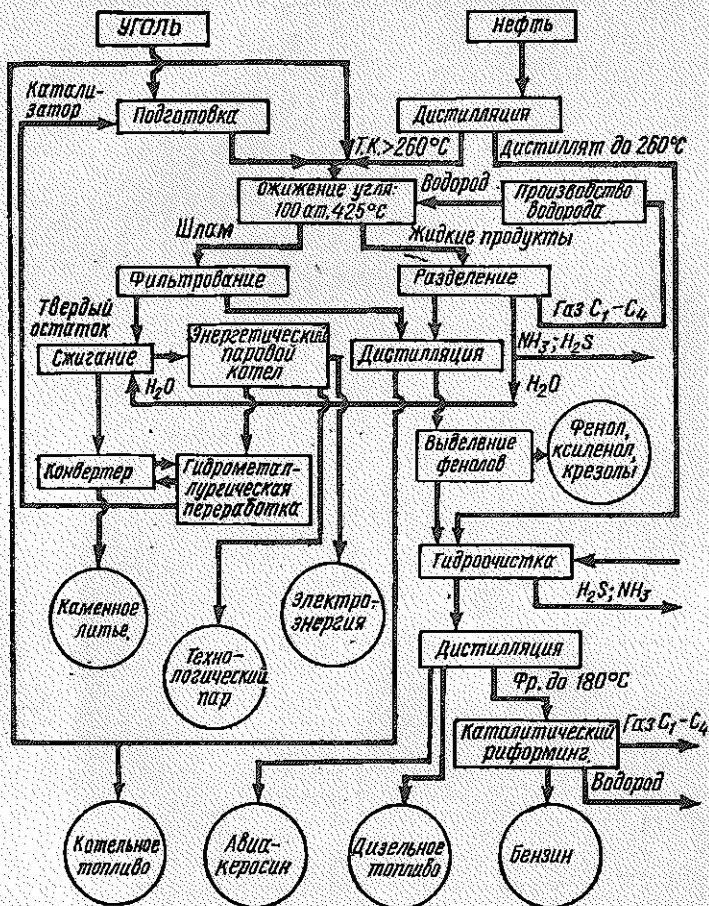


Рис. 48. Схема получения жидких продуктов из угля

При проектировании шахт важно правильно определить, какие машины отвечают геологическим условиям разработки месторождения. Если угольный пласт имеет простое строение и устойчивую неизменную мощность, применяют такие высокопроизводительные машины, как новый фронтальный агрегат АК-3, на котором достигнута производительность 2565 т угля в сутки. Используются комбайны, у которых рабочие органы регулируются по мощности пласта.

Миллиарды тонн коксующихся углей сосредоточены в тонких пластах, поэтому выемка угля должна осуществляться специальными машинами без присутствия людей в забо-

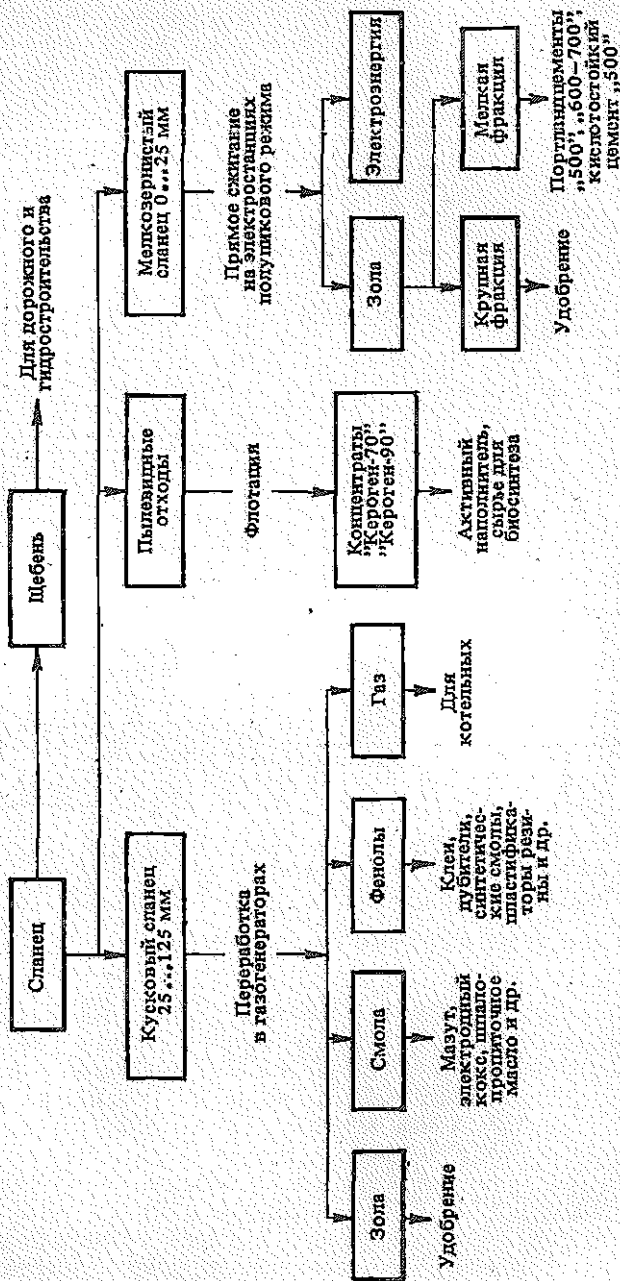


Рис. 49. Схема комплексной переработки горючих сланцев



ях. Существенные выгоды дает гидравлический способ добычи угля. Первая в СССР шахта «Заречная», где добыча и транспортировка угля ведутся с помощью высоконапорного гидравлического оборудования, начала работать в Кузбассе в 50-х годах. А сегодня уже на нескольких крупных шахтах Кузбасса мощные гидромониторы дробят уголь в забоях, который по трубопроводам доставляется на обогатительные фабрики. Производительность труда здесь в два раза выше, чем на шахтах с обычной технологией. Кроме того, при гидродобыче не требуется постоянное присутствие людей в забое, не крепятся очистные пространства, меньше угольной пыли, минимальная возможность возникновения подземных пожаров.

Концентрация производства, создание мощных угледобывающих подземных предприятий позволяют широко применять комплексную механизацию и автоматизацию, снижать себестоимость добычи угля. Вместе с тем в районах, удаленных от крупных угольных бассейнов (Урал, Южный и Западный Казахстан), возможна организация небольших угледобывающих предприятий, чтобы использовать небольшие месторождения, но сократить объемы перевозок топлива.

Добытый уголь состоит не только из органического вещества. В нем всегда присутствуют минеральные примеси, определяющие один из главных технологических параметров топлива — его зольность. Чем выше зольность, тем ниже теплота сгорания. Основная масса углей имеет зольность 15..30 %. Издавна пытались обогатить уголь — отделить органическую часть от минеральной, сделать топливо более эффективным. Теперь обогащение — одно из самых важных производств угольной промышленности. В СССР свыше 150 обогатительных фабрик перерабатывают в год 450 млн. т коксующихся и энергетических углей — более 60 % добычи. Принцип обогащения основан на различии плотности угля и минеральных частиц. Наиболее прогрессивный способ — *обогащение в тяжелых средах*. Разделение угля и породы происходит в жидкостях повышенной плотности, в которых частицы породы тонут, а уголь всплывает. Обогащение угля также производится и в потоке воды или воздуха. Наряду с традиционным механическим обогащением, когда из угля удаляются лишь минеральные примеси без изменения свойств самого угля, в нашей стране разработана новая технология — *термическое обогащение*. Из угля путем нагревания удаляют нежелательные компоненты, влагу. Новый вид топлива (термоуголь) приобретает ценные свойства: малую влагостойкость, стабильность теплотехнических харак-

теристик. Важно и то, что термоуголь пригоден для дальних перевозок. Новая технология начинает использоваться для обогащения бурых углей Канско-Ачинского бассейна.

Другой эффективный метод обогащения угля — его *термохимическая переработка* для получения полукокса — весьма ценного топлива. На опытно-промышленной установке с помощью такого метода из одной тонны бурого угля (влажность 32 %) получают 325 кг полукокса.

Развитие обогащения в широких масштабах — это путь к экономии. Однако миллионы тонн карагандинского и печорского угля, пригодного для коксования, сжигаются в топках электростанций, потому что в этих районах не хватает обогатительных фабрик. В то же время для увеличения добычи коксующихся углей строят глубокие, дорогостоящие шахты.

Широкое использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии, в частности геотермальной, предусмотрено Энергетической программой СССР. Тепловая энергия земной коры составляет  $12,5 \cdot 10^{24}$  кДж и в тысячи раз превышает потенциальную энергию всех возможных запасов горючих ископаемых. В верхней, наиболее доступной пятиметровой толще земной коры (и только в пределах суши), запасы подземных вод достигают 85 млн. км<sup>3</sup>. Тепловая энергия этих вод оценивается в  $16,7 \cdot 10^{18}$  кДж. Подземные воды широко распространены и непрерывно возобновляются.

Термальные воды — наиболее удобный для использования носитель энергии земных недр. Во многих местах термальная вода выходит на поверхность (горячие источники, гейзеры, горячие озера, грязевые котлы, выходы пара и др.). Термальные воды, несущие внутреннее тепло Земли, залегают на территориях в сотни тысяч и миллионы квадратных километров. По приближенным подсчетам ресурсы термальных вод эквивалентны 100 млн. т условного топлива в год. Однако большинство месторождений термальных вод дают низко- или среднепотенциальную пароводяную смесь с температурой до 373...393 К (100...120 °С) и давлением пара всего в несколько атмосфер. Пар с такими параметрами не пригоден для работы турбин на электростанциях. Для практического эффективного использования тепла горячих подземных вод ученые предложили в качестве агента специальное вещество, создающее при температуре 343...373 К (70...100 °С) давление пара в 1960...2940 кПа (20...30 атмосфер), достаточное для работы паровой турбины. В СССР проект первой опытной фреоновой электростанции разработан Институтом теплофизики Сибирского отделения АН СССР.

## § 7. Комплексные проекты охраны окружающей среды

Разработка мероприятий по охране природы в проектах горных предприятий, других связанных с ними объектов и осуществление этих мероприятий при строительстве и эксплуатации не исключают необходимости разрабатывать специальные проекты охраны окружающей среды для территорий группы месторождений полезных ископаемых или целого промышленного района. Такие проекты называются *комплексными проектами охраны окружающей среды*. В них предусмотрены технические мероприятия по охране и восстановлению всех составных частей природного комплекса больших территорий с учетом развития всех отраслей хозяйства на длительный период (5...10 лет).

В комплексном проекте охраны окружающей среды месторождения или района разрабатываются такие общие для всей территории меры и технические решения, которые обеспечивают: сохранение наиболее ценных природных ландшафтов; сокращение площади земель, которые могут быть нарушены при разработке месторождения; уменьшение деформаций земной поверхности; сокращение потерь полезного ископаемого и комплексное его использование; предотвращение загрязнений воздушного бассейна, водных объектов, плодородных земель; наиболее быструю и эффективную рекультивацию земель.

В комплексном проекте обосновываются необходимость сооружения, сроки строительства и схемы размещения таких объектов, как групповые (для группы предприятий) или районные (для всех предприятий) очистные сооружения, пруды-накопители шахтных вод, опреснительные установки, предприятия и организации по рекультивации земель и др.

Для защиты природных ландшафтов от разрушения при подземной разработке месторождений в комплексном проекте предусматривается сохранение элементов ландшафта, применение системы разработки с закладкой выработанного пространства, размещение отвалов породы на малопригодных землях, рекультивация отвалов в соответствии с природными формами рельефа, засыпка провалов и мульд оседания пород и рекультивация поверхности, сохранение ландшафта в близком к первоначальному состоянию.

В целях охраны ценных земель в комплексном проекте планируется снятие почвы на участках строительства и на площадях обрушения и проседания толщи пород, организация правильного хранения почвы или использование ее по прямому назначению на биологически обедненных участках,

предохранение почвы от попадания в нее неочищенных вод, фитотоксичных пород и отходов.

В целях охраны недр предусматриваются извлечение полезных ископаемых с минимальными потерями, добыча попутных и совместно залегающих полезных ископаемых, комплексное использование минерального сырья, закладка выработанных пространств вместо оставления охранных целиков.

Чтобы предотвратить загрязнение поверхностных вод в пределах месторождения или района, намечаются ликвидация небольших озер, прудов, болот, изоляция источников их подпитки; перенос ручьев и речек за пределы горного отвода; изоляция оставленных водоемов от воздействия горных работ; сбор осадков в отстойные бассейны; расположение наземных построек шахт на достаточно большом расстоянии от реки или озера; откачка талых и дождевых вод из зон преседания и обрушения поверхности.

Для охраны подземных вод от загрязнения и истощения в комплексном проекте предусматривают уменьшение водопритоков путем применения заградительного дренажа (в том числе контурного с использованием систем водопонижительных и водопоглощающих скважин), изоляцию водосточников водонепроницаемыми завесами, сбор и отдельную выдачу загрязненных и очищенных вод, очистку шахтных вод описанными выше способами, использование этих вод в замкнутом цикле горнодобывающего и перерабатывающего производства.

В целях предотвращения загрязнения атмосферы предусматривают правильное расположение, формирование и эксплуатацию отвалов породы, обеспыливание технологических процессов технологических комплексов предприятий, очистку воздуха и дымовых газов.

Защита биологических объектов от уничтожения и деградации включает сохранение существующих экологических объектов, дублирование их за пределами горного отвода, уход за растительностью и контроль за ее сохранностью.

Необходимость разработки и осуществления комплексного проекта охраны природы возникла, например, в процессе освоения и развития нового угольного бассейна — Западного Донбасса.

В технико-экономическом обосновании комплекса мероприятий по охране природы в Западном Донбассе предусмотрены: сохранение леса и прилегающих сельскохозяйственных угодий методом дренажа с обвалованием; рекультивация земель под сельскохозяйственные культуры восстановлением прежнего уровня поверхности засыпкой

осевших участков шахтной породой, отходами обогатительной фабрики с последующей укладкой плодородного слоя почвы; сооружение рыбоводных прудов; сооружение водоемов, накапливающих паводковые воды для орошения; строительство дендропарка и гидропарка.

Сооружение рыбоводных прудов и водохранилищ, а также рекультивация земель полностью исключат накопление пустых пород и отходов обогатительной фабрики. Расположенные в зоне затопления населенные пункты и объекты сельскохозяйственного производства будут вынесены на незатапливаемые территории.

Минерализация шахтных вод восточной группы шахт Западного Донбаса составляет 1,7...5 г/л, средняя — 2,4 г/л, общий годовой сброс — 18 млн. м<sup>3</sup>. Проводимые здесь исследования показали возможность использования этих вод для орошения. Минерализация шахтных вод западной (павлоградской) группы действующих и строящихся шахт составит от 4 до 30 г/л, средняя — 14 г/л; объем сбрасываемых вод достигнет 12 млн. м<sup>3</sup> в год.

Для предотвращения засоления реки Самары будут построены пруды-накопители в балке Свидовок и опытно-промышленная опреснительная установка производительностью 100 м<sup>3</sup> в час для западной (павлоградской) группы шахт.

## **§ 8. Эффективность реализации проектов охраны окружающей среды**

Экономическая эффективность капитальных вложений и эксплуатационных расходов в деле охраны окружающей среды (средозащитных затрат) определяется по Временной методике определения экономической эффективности затрат на мероприятия по охране окружающей среды [32, с. 75] в следующих случаях: при проектировании и выборе вариантов строительства объектов, сооружений и установок для охраны окружающей среды и определении очередности строительства их; экономическом обосновании основных этапов достижения нормативного качества окружающей среды; оценке фактической результативности осуществляемых мероприятий; оценке результатов средозащитной деятельности предприятий, объединений, министерств и ведомств, городских и поселковых Советов народных депутатов; экономическом стимулировании повышения эффективности осуществляемых мероприятий.

Эффект средозащитных затрат проявляется на различных уровнях.

Первичный эффект заключается в снижении отрицательного воздействия на окружающую среду и улучшении ее состояния и проявляется в снижении объемов загрязнений и накопления вредных веществ в атмосфере, водной среде и почве, увеличении площади пригодных к использованию земель, сокращении уровня шума, вибраций и других воздействий.

Конечный (комплексный социально-экономический) эффект заключается в повышении эффективности общественного производства и увеличения национального богатства страны. Проявляется он в перечисленных ниже социальных и экономических результатах.

Социальные результаты выражаются в улучшении физического развития людей и в сокращении заболеваемости, увеличении продолжительности жизни и периода активной деятельности, улучшении условий труда и отдыха, поддержании экологического равновесия (включая сохранение генетического фонда, эстетической ценности природных ландшафтов, памятников природы, заповедных зон и других охраняемых территорий), создании благоприятных условий для роста творческого потенциала личности и развития культуры. Социальные результаты получают частичное отражение в общем экономическом эффекте средозащитного мероприятия.

Эффект заключается в экономии (предотвращении потерь) живого и овеществленного труда и выражается в сфере материального производства в приросте объемов чистой продукции или прибыли, а в отдельных отраслях и на предприятиях — снижении себестоимости; в непродуцированной сфере — в экономии затрат на выполнение работ и оказание услуг; в сфере личного потребления — в сокращении расходов личных средств населения, обусловленных загрязнением окружающей среды.

Экологическая эффективность средозащитных затрат определяется путем отнесения первичного эффекта к затратам на его получение.

Первичный эффект рассчитывается по разности показателей отрицательного воздействия на окружающую среду и по разности показателей состояния окружающей среды до и после проведения мероприятия.

Социальная эффективность средозащитных затрат измеряется отношением натуральных показателей, выражающих социальный результат, к затратам, требуемым для его достижения. Этот эффект определяется по разности показателей, характеризующих изменения в социальной сфере в результате осуществления средозащитных мероприятий.

Экономическая эффективность средозащитных затрат рассчитывается путем соизмерения экономических результатов и вызвавших их затрат. Экономический эффект исчисляется по разности экономических результатов материального производства, затрат в непроизводственной сфере, расходов из госбюджета и личных средств населения при сложившемся и проектируемом состоянии окружающей среды или состоянии, которое может возникнуть без проведения средозащитных мероприятий.

При разработке мероприятий по предотвращению отрицательных последствий нарушения и по улучшению состояния окружающей среды необходимо предусматривать достижение таких ее характеристик, которые находятся в пределах, установленных действующими медико-санитарными и экологическими нормами, а при проведении долгосрочных расчетов — с учетом проектируемого изменения этих норм.

В качестве исходной информации для определения экономического эффекта от осуществления средозащитных мероприятий принимаются:

*для населения* — экологически обусловленные работоспособность, заболеваемость и инвалидность (с подразделением заболевших и перешедших на инвалидность по возрасту, занятости и продолжительности заболеваний либо в связи с временной или постоянной утратой трудоспособности); расходы организаций и учреждений здравоохранения на стационарное и амбулаторное лечение населения; выплаты населению из фондов социального страхования и социального обеспечения за период временной или постоянной нетрудоспособности; расчетное снижение объема чистой продукции за время болезни и инвалидности занятых в сфере материального производства;

*для жилищно-коммунального хозяйства* — срок службы основных фондов непроизводственной сферы; периодичность текущего и планового (предупредительного) ремонтов жилых и общественных зданий; продолжительность межремонтных циклов капитальных ремонтов; продолжительность простоев оборудования в ремонте на предприятиях непроизводственной сферы; площадь городских убираемых территорий, состояние городских зеленых насаждений;

*для сельскохозяйственных и лесных угодий, рыбного промысла* — продуктивность угодий и водоемов; качество сельскохозяйственных и лесных культур; изменение объемов прироста и усыхания деревьев; количество санитарных рубок и рубок ухода; ареал загрязнений земельных угодий и водоемов; площадь эвтрофированных водоемов; численность

рыбных стад (с учетом ценности пород); продуктивность скота на кормовых угодьях;

Для основных фондов промышленности — сроки физического износа и длительность межремонтных циклов; количество отказов в работе производственного оборудования; продолжительность простоя оборудования в ремонте; состояние грузового транспорта; экологически обусловленная производительность машин и механизмов; показатель фондоотдачи (в натуральных измерителях); стоимость основных производственных фондов, находящихся в загрязняемой зоне.

Исходная информация для подготовки нормативов и проведения расчетов экономической эффективности затрат на мероприятия по защите окружающей среды составляется организациями и ведомствами в соответствии с инструкциями, утвержденными Госпланом СССР и Госстроем СССР (по согласованию с Госкомгидрометом СССР).

Нормативы удельных капитальных вложений и эксплуатационных расходов на осуществление средозащитных мероприятий разрабатываются головными отраслевыми научно-исследовательскими или проектными институтами, назначаемыми соответствующими министерствами и ведомствами исполнителями этих работ.

Исходная информация для разработки территориальных нормативов потерь от загрязнений окружающей среды и проведения экономических расчетов, а в необходимых случаях и укрупненные нормы таких потерь содержатся в инструктивно-методических документах, издаваемых министерствами и ведомствами, которым в установленном порядке поручено осуществлять контроль за использованием данного вида природного ресурса или за производством и потреблением благ и услуг, испытывающих воздействие изменения окружающей среды.

Показателем общей (абсолютной) экономической эффективности всей величины средозащитных затрат является отношение годового полного экономического эффекта к сумме вызвавших этот эффект эксплуатационных расходов и капитальных вложений, приведенных к годовой размерности в соответствии с нормативом эффективности:

$$\Theta = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \Theta_{ij}}{C_n + E_n K_n}, \quad (6.3)$$

где  $\Theta_{ij}$  — экономический эффект  $i$ -го вида ( $i=1, 2, 3, \dots, n$ ) от предотвращения (уменьшения) потерь на  $j$ -м объекте



( $j=1, 2, 3, \dots, m$ ), находящимся в зоне улучшенного состояния окружающей среды;  $C_n$  — годовые эксплуатационные расходы на обслуживание и содержание основных фондов, вызвавших полный экономический эффект;  $E_n$  — нормативный коэффициент сравнительной эффективности капитальных вложений средозащитного назначения;  $K_n$  — капитальные вложения в строительство объекта (или группы объектов) средозащитного назначения. До утверждения Госпланом СССР нормативов сравнительной эффективности капитальных вложений в средозащитные мероприятия его величина принимается равной 0,12.

При разработке планов проведения мероприятий по охране окружающей среды и расчетах общей эффективности затрат в эти мероприятия полученные показатели экономической эффективности сравниваются с разработанными отраслевыми нормативами, а также с показателями затрат на аналогичные мероприятия на передовых предприятиях соответствующих отраслей, обеспечившие достижение планируемых конечных результатов охраны окружающей среды.

Дополнительными показателями эффективности средозащитных мероприятий являются:

отношение снижения величины показателя  $\Delta B$ , характеризующего отрицательное воздействие хозяйственной и другой деятельности на окружающую среду, к вызвавшему его затратам:

$$\mathcal{E}_{д. в} = \frac{\Delta B}{C_n + E_n K_n}; \quad (6.4)$$

отношение показателя  $\Delta P$ , характеризующего улучшение состояния окружающей среды в регионе, к вызвавшему его затратам:

$$\mathcal{E}_{д. с} = \frac{\Delta P}{C_n + E_n K_n}. \quad (6.5)$$

Экономический эффект от осуществления средозащитных мероприятий определяется:

как общий эффект, исчисляемый по народному хозяйству в целом, хозяйству союзных республик, отраслям и подотраслям промышленности, сельского хозяйства, транспорта и строительства, а также отраслям непродовольственной сферы, действующим на основе хозрасчета, в виде прироста экономической оценки природных ресурсов или чистой продукции;

как хозрасчетный эффект, исчисляемый по отдельным предприятиям и объединениям, районам, территориально-производственным комплексам и промышленным узлам в

виде прироста прибыли или снижения себестоимости, а по мере перехода на исчисление нормативной чистой продукции — прироста величины последней.

Общий экономический эффект от сокращения заболеваемости населения (с частичной или полной утратой трудоспособности) вследствие предотвращения или уменьшения загрязнения окружающей среды и проведения других средоохранительных мероприятий определяется как сумма следующих эффектов:

от предотвращения потерь нормативной чистой продукции за время болезни трудящихся, занятых в сфере материального производства:

$$\text{Э}_{\text{н. ч. п.}} = \Pi_{\text{ч}} \text{Б} (P_2 - P_1), \quad (6.6)$$

где  $\Pi_{\text{ч}}$  — средняя величина чистой продукции (нормативной), приходящаяся на один отработанный человеко-день; Б — число трудящихся, перенесших заболевания либо отвлеченных из производства по уходу за больными членами семей по причинам, вызванным загрязнением окружающей среды (в течение года);  $P_1, P_2$  — среднегодовое число дней работы одного трудящегося до и после проведения средоохранительного мероприятия;

от сокращения суммы выплат населению из фонда социального страхования за период временной и постоянной нетрудоспособности по причинам, вызванным загрязнением среды:

$$\text{Э}_{\text{с. с.}} = \text{Б}_{\text{н}} \text{В}_{\text{п}} (P_2 - P_1), \quad (6.7)$$

где  $\text{Б}_{\text{н}}$  — численность населения, получающего пособия вследствие заболеваний с временной и постоянной утратой трудоспособности, вызванных ухудшением состояния среды (в течение года);  $\text{В}_{\text{п}}$  — средний размер пособия по временной нетрудоспособности, приходящийся на один день болезни;

от сокращения затрат в здравоохранении на лечение трудящихся от болезней, вызванных загрязнением среды:

$$\text{Э}_3 = (\text{З}_a \text{Б}_a \text{Д}_a) + (\text{З}_c \text{Б}_c \text{Д}_c). \quad (6.8)$$

Здесь  $\text{З}_a, \text{З}_c$  — средние затраты здравоохранения, приходящиеся на один день болезни соответственно в амбулаторных условиях и стационаре;  $\text{Б}_a, \text{Б}_c$  — число больных, лечившихся от заболеваний, вызванных загрязнением среды, в тех же условиях;  $\text{Д}_a, \text{Д}_c$  — среднее число дней болезни одного больного в тех же условиях.

Экономический эффект от повышения производительности труда работников в условиях улучшенного состояния воздушной среды определяется следующим образом: общий

эффект в материальном производстве — по годовому приросту чистой продукции, а в отраслях непроемкой сферы — по сокращению затрат на выполнение работ и услуг; хозяйственный эффект на предприятиях и в объединениях сферы материального производства — по годовому приросту прибыли, в организациях и учреждениях непроемкой сферы — по величине экономии затрат на выполнение работ и услуг.

Экономический эффект от предотвращения (сокращения) потерь сырья, топлива, основных и вспомогательных материалов в твердых отходах, неочищенных сточных водах, уходящих газах и выбрасываемой пыли рассчитывается при определении общего эффекта по годовому приросту чистой продукции; при определении хозяйственного эффекта — по годовому приросту прибыли или как произведение годного к использованию сырья, топлива, готовой продукции и оптовой цены за вычетом текущих затрат на их получение из отходов.

Хозяйственный эффект от предотвращения преждевременного износа основных фондов при использовании природного ресурса более низкого качества или работы оборудования в загрязненной среде рассчитывается как экономия затрат на текущие и капитальные ремонты в связи с осуществлением средозащитных мероприятий (величина экономии определяется как произведение сокращенного числа ремонтов, вызванных снижением уровня загрязнения среды, и стоимости одного ремонта); как прирост прибыли от увеличения срока службы оборудования:

$$\mathcal{E}_o = \Phi K_p (T_2 - T_1), \quad (6.9)$$

где  $\Phi$  — среднегодовая стоимость оборудования;  $K_p$  — коэффициент рентабельности основных фондов;  $T_1, T_2$  — продолжительность работы оборудования соответственно до и после проведения мероприятия.

Общий эффект от повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий (или от предотвращения ее снижения) определяется по разности экономической оценки угодий до и после проведения средозащитного мероприятия:

$$\mathcal{E}_c = (O_2 - O_1) M, \quad (6.10)$$

где  $O_1, O_2$  — годовая экономическая оценка сельскохозяйственных угодий до и после проведения мероприятий, руб/га;  $M$  — площадь, на которую распространяется действие средозащитного мероприятия, га.

При отсутствии разработанных и утвержденных экономических оценок земельных ресурсов общий эффект от

повышения или предотвращения снижения продуктивности земель определяется по среднегодовому приросту чистой продукции:

$$\mathcal{E}_{c.ч} = (P_2 - P_1)M. \quad (6.11)$$

Здесь  $P_1, P_2$  — среднегодовой размер чистой продукции, получаемой с единицы угодий до и после проведения мероприятий, руб/га.

Хозрасчетный эффект от повышения продуктивности сельскохозяйственных угодий рассчитывается по среднегодовому приросту прибыли (при изменении себестоимости продукции у землепользователя после проведения природоохранного мероприятия):

$$\mathcal{E}_{c.з} = Y_2(C - C_2) - Y_1(C - C_1), \quad (6.12)$$

где  $Y_1, Y_2$  — средняя многолетняя годовая продукция с площади, охваченной средозащитным мероприятием, до и после его проведения в единицах продукции;  $C$  — оптовая (закупочная) цена единицы продукции данного вида;  $C_1, C_2$  — себестоимость единицы продукции до и после проведения средозащитного мероприятия.

Хозрасчетный эффект от повышения (или предотвращения снижения) качества промышленной продукции, рыбного и сельского хозяйства, изменяющихся цен и себестоимости рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{к.п} = O_y[(C_1 - C_1) - (C_2 - C_2)], \quad (6.13)$$

где  $O_y$  — среднегодовой объем продукции улучшенного качества в единицах измерения;  $C_1, C_2$  — цена единицы продукции улучшенного и неизменного качества в оптовых ценах предприятия (без налога с оборота);  $C'_1, C'_2$  — себестоимость единицы продукции улучшенного и неизменного качества.

Хозрасчетный эффект от сокращения или предотвращения среднегодовых затрат на дополнительную очистку загрязненных природных ресурсов определяется по формуле

$$\mathcal{E}_в = (C_1 - C_2)O. \quad (6.14)$$

Здесь  $C''_1, C''_2$  — себестоимость очистки в расчете на единицу ресурсов до и после осуществления средозащитных мероприятий, приведенная к годовой размерности;  $O$  — объем используемого ресурса.

Общий эффект от проведения средозащитного мероприятия, направленного на предотвращение гибели, повышение продуктивности и восстановление лесных насаждений, рас-

считывается по приросту годовой экономической оценки лесных ресурсов. Хозрасчетный эффект от осуществления указанных мероприятий может быть исчислен по сокращению среднегодовых расходов из бюджета и других затрат или снижению себестоимости работ по восстановлению лесных насаждений.

При разработке долгосрочных прогнозов, программ по охране окружающей среды в регионе, проектировании средозащитных объектов и комплексов возникает необходимость выбора наиболее эффективных вариантов технических решений исключительно средозащитных задач и вариантов мероприятий многоцелевого назначения, которые наряду с задачами охраны окружающей среды решают и другие производственные задачи.

При проведении краткосрочных мероприятий (так же, как и долгосрочных с примерно равными размерами годовых эксплуатационных расходов и капитальных вложений в каждый год их осуществления) наилучший вариант выбирается по минимуму приведенных к годовой размерности затрат, определяемых по формуле

$$C_{\text{к}} + E_{\text{н}}K_{\text{н}} \rightarrow \min. \quad (6.15)$$

Значение  $E_{\text{н}}$  для капитальных вложений временно, до утверждения Госпланом СССР, принимается в размере 0,12.

При проведении мероприятий, реализация которых или достижение эффекта от них требует длительных сроков (восстановление лесных насаждений, рекультивация горных выработок, восстановление рыбных популяций и др.), а эксплуатационные расходы и капитальные вложения изменяются во времени, полные затраты, приведенные к началу расчетного периода, определяются по формуле

$$\sum_{t=1}^T = \frac{K_{\text{н}} + K_{\text{д}t} + C_{\text{н}t}}{(1 + E_{\text{н.п}})^t} \rightarrow \min, \quad (6.16)$$

где  $K_{\text{н}}$  — первоначальные капитальные вложения в средозащитные мероприятия;  $K_{\text{д}t}$  — дополнительные капитальные вложения, необходимые для обеспечения нормальной работы средозащитных объектов в  $t$ -м году их эксплуатации ( $t = 1, 2, 3, \dots, T$ );  $C_{\text{н}t}$  — эксплуатационные расходы  $t$ -го года на обслуживание и содержание основных фондов;  $E_{\text{н.п}}$  — нормативный коэффициент приведения разновременных затрат, принимаемый в соответствии с отраслевыми инструкциями по определению экономической эффективности затрат на охрану окружающей среды.

До утверждения Госпланом СССР отраслевых инструкций норматив приведения устанавливается в размере 0,08 для обычных затрат, 0,10 — для затрат на новую технику и 0,03 — для затрат на восстановление лесных насаждений.

Меры охраны сооружений, предусматривающие извлечение угля из предохранительных целиков, требуют затрат ( $M$ ) на их выполнение. Учету подлежат затраты, связанные с разработкой проекта, включая затраты на проведение при необходимости специальных исследований; осуществлением предусмотренных проектом горных и конструктивных мероприятий; изменением режима работ и др.

Затраты определяются организацией, составляющей проект ведения горных работ под охраняемым объектом.

Основным отраслевым показателем экономической оценки эффективности извлечения запасов угля из предохранительного целика (прироста запасов угля) по сравнению с оставлением этих запасов для охраны сооружений является разница  $\Pi_p$  между величиной замыкающих затрат  $Z_a$  и полной себестоимостью 1 т добытого угля ( $C$ ):

$$\Pi_p + Z_a - C. \quad (6.17)$$

В тех случаях, когда полная себестоимость угля ( $C$ ) равна или превышает замыкающие затраты, вместо  $\Pi_p$  рекомендуется принимать величину капитальных затрат на 1 т промышленных запасов (практически равную величине потонной ставки амортизации основных фондов).

Под замыкающими затратами понимается величина предельно допустимых с точки зрения народного хозяйства затрат на увеличение на единицу количества данной продукции в определенном бассейне (месторождении) и в определенное время. Величина замыкающих затрат зависит от зольности угля и при заданной зольности ( $A_z^c$ ) составляет: в Карагандинском бассейне — 13,4 руб/т (при зольности угля 32 %); в Кузнецком бассейне — 14,1 руб/т (при зольности 16 %), в Печорском бассейне — 20,6 руб/т (при зольности 20 %); в Донбассе — 21 руб/т (при зольности 21 %).

Экономическая эффективность  $\mathcal{E}_n$  извлечения запасов угля из предохранительных целиков с применением мер охраны сооружений

$$\mathcal{E}_n = Z_d [Z_a + 0,03(A_z^c - A^c)C' - (C - a)]M, \quad (6.18)$$

где  $Z_d$  — прирост промышленных запасов шахты за счет расконсервации их из предохранительного целика, т;  $a$  — капитальные затраты, приходящиеся на 1 т промышленных запасов, руб/т;  $C'$  — цена реализации 1 т угля.

Из рассматриваемых вариантов извлечения запасов угля из предохранительных целиков с применением мер охраны сооружений экономически целесообразным является вариант, у которого положительная величина  $\Sigma_n$  наибольшая.

Реализация мероприятий по охране природы, предусмотренных в проектах горных предприятий и в комплексных проектах охраны природы, требует значительных капитальных затрат и вызывает увеличение себестоимости добычи полезных ископаемых.

В проектах горных предприятий дается экономическая оценка мероприятий по охране природы. При подсчете капитальных затрат на мероприятия по охране природы составляют сметы по каждому объекту и включают в сводную смету строительства или реконструкции шахты. Эксплуатационные затраты, связанные с охраной природы, включают в себестоимость добычи 1 т угля по следующим элементам: заработная плата; начисления на заработную плату; амортизация основных фондов; прочие денежные расходы. На основе подсчета капитальных и эксплуатационных затрат определяют показатели: удельные капитальные вложения на охрану природы; эксплуатационные расходы; фондоемкость мероприятий по охране природы.

При восстановлении для сельского хозяйства земель, нарушенных подземными горными работами, затраты на их рекультивацию составляют от 1 до 3 тыс. руб./га, а земель, нарушенных открытыми горными работами, — от 0,8 до 11 тыс. руб./га, затраты на рекультивацию земель, передаваемых в лесной фонд, в 1,5...2,5 раза ниже. Средние затраты на рекультивацию 1 га нарушенных земель по шахтам Украины составляют 2550 руб.

По данным технико-экономического обоснования целесообразности проектирования и строительства шахты «Западно-Донбасская» № 18—29 мощностью 1,2 млн. т в год капитальные затраты на сооружение деминерализационной установки для группы шахт равны 7,7 млн. руб. (15 % от сметной стоимости горных работ шахты). Ориентировочная себестоимость опреснения 1 м<sup>3</sup> воды методом электролиза — 20—50 коп.

Затраты таких больших средств на охрану и восстановление природы нашей страны являются не только необходимыми, но и целесообразными, так как позволяют получить большой общегосударственный эффект. Этот эффект достигается сохранением и повышением продуктивности сельского хозяйства, а также лесного и рыбного хозяйства страны. Реализация проектов охраны природы позволяет сохранить и повысить эстетическую ценность ландшафтов, создать бла-

гоприятные условия для быта, труда и отдыха трудящихся, сохранить здоровье населения. Неоценимое значение имеет сохранение растительного и животного мира, эталонов дикой природы, а также памятников природы.

### **§ 9. Основные направления технического прогресса в горнодобывающей промышленности и новые способы ограничения вредного влияния горных работ на окружающую среду**

В нашей стране большое внимание уделяется развитию добычи полезных ископаемых и дальнейшему совершенствованию технологии, техники и организации горного производства. Научно-исследовательские и проектные институты занимаются изысканием новых способов добычи полезных ископаемых (бесшахтные, геотехнологические) и разработкой более совершенной технологии и техники добычи (выемка полезного ископаемого без постоянного присутствия людей в забоях).

Для увеличения добычи полезных ископаемых подземным способом и повышения эффективности работы шахт осуществляется коренное совершенствование методов ведения горных работ, повышение концентрации и интенсификации горного производства, уменьшение удельных объемов проведения и поддержания горных выработок, улучшение использования подземного транспорта, упрощение схем проветривания.

Основными техническими направлениями дальнейшего развития и совершенствования технологии подземной разработки месторождений полезных ископаемых являются: дальнейшее значительное увеличение мощности и сокращение числа действующих шахт и рудников; сокращение времени их строительства; максимальная концентрация горных работ и получение всей добычи шахты из малого числа действующих забоев; повышение мощности проходческих и выемочных машин и комплексов; увеличение скорости продвижения забоев; возрастание поточности горного производства; выемка полезного ископаемого без постоянного присутствия людей в забоях; полная конвейеризация добычи; оставление породы в шахтах и широкое применение полной закладки выработанных пространств; совершенствование вспомогательного транспорта и технологических комплексов поверхности шахт.

Эффективность подземной разработки месторождений полезных ископаемых обеспечивается в первую очередь со-



вершенством схем вскрытия, подготовки и разработки шахтных полей. На основе научных исследований, технико-экономического анализа и опыта проектирования, строительства и эксплуатации шахт достигнут значительный прогресс в коренном улучшении схем вскрытия, подготовки и разработки шахтных полей. Постепенно осуществляется переход к следующим основным техническим решениям.

1. В связи с повышением мощности шахт при относительно небольшой промышленной насыщенности месторождений и значительной глубине залегания полезного ископаемого для новых и реконструированных шахт и рудников значительно увеличены размеры шахтных полей.

2. Разработка полезных ископаемых в пределах больших шахтных полей наиболее эффективна при разделении их на элементарные шахтные поля или блоки, разрабатываемые последовательно или одновременно.

3. В соответствии с блоковой структурой шахт и рудников вскрытие запасов полезных ископаемых в пределах блоков осуществляется блоковыми (вертикальными или наклонными) стволами и квершлагами; вскрытие запасов шахтных полей — центральными (вертикальными или наклонными) стволами и магистральными транспортными выработками, которые соединяют блоковые стволы и квершлагы с центральными стволами. При этом, как правило, функции центральных стволов совмещаются в одном из блоков (у центральных стволов сооружается единый для шахты или рудника технологический комплекс поверхности). В ряде случаев блоки не соединены между собой горными выработками, добыча полезного ископаемого выдается из каждого блока по блоковым стволам и транспортируется к центральному технологическому комплексу по поверхности (конвейерами или по железной дороге). Для уменьшения депрессии, площадей поперечных сечений горных выработок и уменьшения общих затрат на проведение, поддержание и проветривание выработок газообильных шахт и рудников применяется отнесенное и фланговое расположение блоковых стволов.

4. В пределах блоков при весьма пологом залегании полезного ископаемого предусматривается применение погоризонтного способа подготовки с ориентацией выемочных столбов по восстанию и падению; при пологом залегании — панельного способа подготовки; при наклонном и крутом — этажного способа подготовки. При всех способах подготовки основные горные выработки располагаются вне зоны влияния очистной выемки, в устойчивых боковых породах; выемочные выработки погашаются вслед за подвиганием очистных забоев.

5. Улучшение технических решений по вскрытию, подготовке и разработке полезных ископаемых позволяет усовершенствовать сети горных выработок: обеспечить простоту структуры и развития сети; выровнять характеристики аналогичных выработок несимметричных сетей и суммарные характеристики выработок частей и сквозных цепей сети (неравные части и крылья шахтного поля и блоков должны проветриваться обособленно или с отдельным выводом исходящей струи воздуха); улучшить распределение воздуха в проектируемой сети; обеспечить минимальную величину характеристик выработок (уменьшение аэродинамического сопротивления, принятие наиболее выгодных видов крепи, технологии, техники и организации их проведения, уменьшение затрат на поддержание выработок); максимально упростить сети и сократить удельную протяженность одновременно поддерживаемых выработок; увеличить размеры блоков панелей и выемочных участков, унифицировать сечения и типы крепи выработок.

6. Предусматривается значительное увеличение подготавливаемых к выемке запасов полезного ископаемого за счет увеличения размеров столбов и забоев. К моменту сдачи шахт в эксплуатацию намечается проведение до 100 % всего объема горных выработок по проекту.

Таким образом, реализуются возможности проектировать и строить крупные шахты и рудники с небольшим числом действующих очистных забоев, простой технологией и улучшенными технико-экономическими показателями.

Наращивание добычи угля в нашей стране базируется на освоении новых месторождений, строительстве крупных шахт и разрезов, реконструкции действующих предприятий, широком внедрении высокопроизводительной техники и прогрессивной технологии. В настоящее время основная доля добычи угля (более 60 %) приходится на современные комплексно-механизированные шахты, на которых изменился характер труда горняков, повысилась его эффективность. Осуществляемая в широких масштабах концентрация горных работ способствовала улучшению структуры шахтного фонда (увеличилось число крупных современных шахт, на 80 шахтах годовая добыча угля превышает 1,5 млн. т).

Технический прогресс в технологии подземной добычи угля базируется на комплексной механизации очистных и подготовительных работ, конвейеризации транспорта. Около 70 % угля на пологих и более 10 % на крутых пластах добывается механизированными комплексами, а третья часть подготовительных выработок проводится с помощью проходческих комбайнов. Качественно новым направлением

в развитии техники и технологии добычи угля явилось создание фронтального агрегата АК-3, который позволяет на пластах мощностью от 1,6 до 2,5 м с любым углом падения забоя длиной 60 м добывать до 1000 т угля в сутки. На шахте «Зенковская» в Кузбассе суточная производительность этого агрегата достигла 2565 т.

На угольных шахтах используется дистанционное и автоматическое управление машинами и установками, в основном завершена автоматизация стационарных установок, внедряются автоматизированные системы управления технологическими процессами с применением электронной вычислительной техники.

Первостепенное значение в угольной промышленности уделяется решению проблем улучшения техники безопасности. Для этого разрабатываются комплексные методы прогноза и предотвращения внезапных выбросов газа, угля и пород, применяются средства обеспыливания воздуха, обеспечения нормальных климатических условий в шахтах. В результате число внезапных выбросов, подземных пожаров и аварий, связанных с этими факторами, уменьшилось, снизился производственный травматизм.

Дальнейший прогресс в технологии подземной добычи будет способствовать существенному ограничению вредного влияния горных работ на все составные части природного комплекса.

Технический прогресс в горнодобывающей промышленности создает основу для применения новых, более эффективных способов ограничения неблагоприятного влияния горных работ на природу. Это геотехнологические методы добычи полезных ископаемых и отказ от открытой разработки ряда месторождений; оставление породы в шахтах и применение полной закладки выработанных пространств; применение безотходных и малоотходных технологических процессов на поверхности шахт; замкнутое оборотное водоснабжение; более совершенные очистные сооружения для очистки воды и воздуха; комплексное использование полезных ископаемых и попутно добываемых компонентов.

В экономическом развитии нашей страны все большее значение придается повышению уровня рационального, комплексного использования минерально-сырьевых ресурсов. Правильный подход к решению этой задачи позволяет дополнительно привлечь в народное хозяйство значительные резервы. В будущем все отрасли горнодобывающей и перерабатывающей ее сырье промышленности (как и других отраслей промышленности) будут переведены на безотходную и малоотходную технологию производства.

Сейчас основные источники энергии — нефть и природный газ. Однако запасы нефти ограничены. Поэтому в недалеком будущем нефтепродукты будут заменены другими энергоресурсами. Особая роль отводится углю. Хотя твердых горючих материалов в природе достаточно, но они содержат такие вредные примеси, как соединения серы и щелочные элементы, в связи с чем их нельзя использовать для получения энергии традиционными способами без предварительной подготовки. Одним из решений проблемы является технология сжигания угля в «кипящем слое» (при этом не загрязняется окружающая среда). Если через насыпанный в сосуд слой зернистого материала снизу подавать воздух, то давление этого слоя будет уменьшаться с возрастанием скорости потока воздуха. Процесс будет продолжаться до тех пор, пока масса насыпанного слоя угля не уравнивается силами давления воздуха. При этом насыпанный материал перейдет во взвешенное состояние, а при дальнейшем увеличении скорости потока газа начнет как бы «кипеть».

Технологически сжигание угля в «кипящем слое» занимает промежуточное положение между традиционным сжиганием его в топке с колосником и сжиганием угольной пыли при пневматической ее подаче. А поскольку физические свойства «кипящего слоя» и обычной жидкости сходны, то в топке часть элементов парообразователя и пароперегревателя можно установить непосредственно в этом слое. При непосредственном контакте теплообменников с горючим материалом резко возрастает температура и повышается коэффициент полезного действия установок (рис. 50).

Опытная установка по получению газа путем газификации бурых углей производительностью 1000 м<sup>3</sup>/ч (рис. 51) уже создана и действует. Установка включает в себя следующие отделения: подготовки угля (дробление, рассортировка, сушка), сероочистного реагента, компрессорной, подогрева дутья, газификации угля, очистки газа от механических примесей и сероводорода. При газификации бурого угля в «кипящем слое» на паровоздушном дутье (влажность угля 13,7 %, зольность 6,17 %) с частицами угля размером 0...5 и 0...7 мм интенсивность процесса составляла соответственно 3660 т и 4780 кг/м<sup>2</sup> площади сечения в час. Был получен газ с теплотой сгорания 5860 кДж/м<sup>3</sup>. В качестве сероочистного реагента использовали железную руду Курской магнитной аномалии с содержанием железа 57 % класса 5...13 мм. Степень очистки газа от сероводорода составляла 95 %. Сочетание процесса газификации с высокотемпературной очисткой получаемого газа от пыли и сернистых соеди-

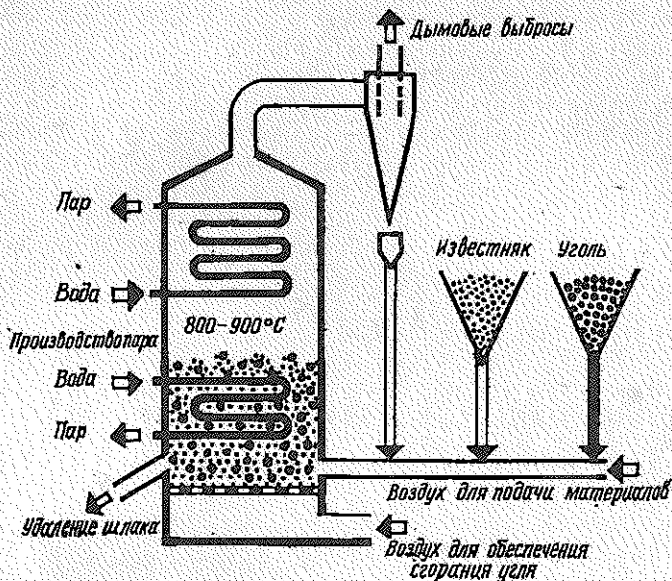


Рис. 50. Схема установки для сжигания угля в «кипящем слое»

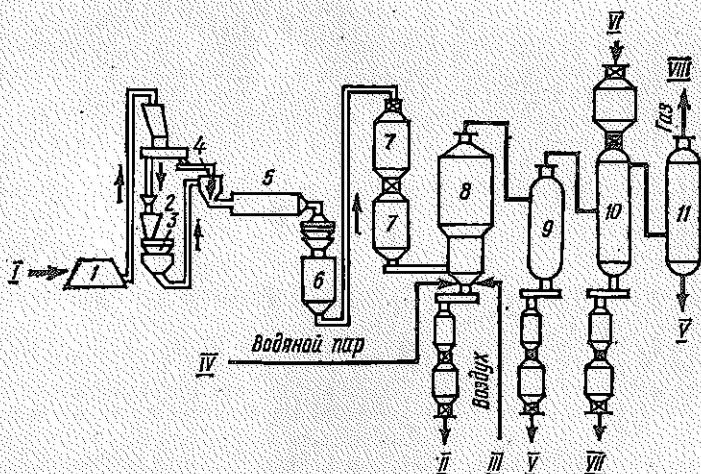


Рис. 51. Схема установки газификации бурого угля под давлением в «кипящем слое» (производительность 1000 м<sup>3</sup>/ч):

1 — склад угля; 2 — дробилка; 3, 4 — грохоты; 5 — сушилка; 6 — бункер; 7 — загрузочное устройство; 8 — газогенератор; 9 — циклон; 10 — сероочиститель; 11 — фильтр тонкой очистки; I — уголь; II — зола; III — воздух; IV — водяной пар; V — пыль; VI — сероочистной реагент; VII — отработанный сероочистной реагент; VIII — технологический газ

нений позволяет использовать тепло и энергию газа, что приводит к повышению общего энергетического коэффициента полезного действия.

Результаты научных исследований оказывают решающее влияние на дальнейшее развитие человечества. В процессе развития науки, техники и технологии производства будут найдены совершенно новые, высокоэффективные принципы и подходы к решению проблемы охраны природы и сбережения ограниченных и невозобновимых природных ресурсов.

### Контрольные вопросы

1. Перечислите основные источники неблагоприятного воздействия на окружающую среду подземной разработки месторождений полезных ископаемых.

2. Какие мероприятия необходимо предусматривать в проектах и выполнять на шахтах для охраны воздушного бассейна?

3. Как осуществляется очистка загрязненного воздуха от пыли и газов?

4. Назовите способы предупреждения шумового загрязнения окружающей среды.

5. Какие мероприятия необходимо предусматривать в проектах и осуществлять на шахтах для охраны водных ресурсов?

6. Как производят очистку шахтных вод?

7. Назовите способы нейтрализации шахтных вод.

8. Какие методы обессоливания вод применяются на шахтах?

9. Перечислите способы обеззараживания шахтных вод.

10. В чем заключается биологическая очистка шахтных вод?

11. Какие мероприятия необходимо предусматривать в проектах и осуществлять на шахтах для охраны земельных угодий?

12. Как выбираются площадки для строительства предприятий?

13. Назовите способы рекультивации земель, применяемые в угольной промышленности.

14. Какие меры необходимы для предотвращения заболачивания земель?

15. Укажите сущность, природоохранное и социальное значение геотехнологических способов добычи полезных ископаемых через скважины.

16. Какие меры охраны окружающей среды должны применяться при подземном растворении солей?

17. Перечислите основные мероприятия по охране почвы, подземных вод и атмосферы при подземном выщелачивании руд.

18. Назовите основные источники загрязнения природной среды при подземной выплавке серы и технические мероприятия по их предотвращению.

19. Какие меры охраны природы применяются при подземной газификации угля?

20. Как скважинная гидродобыча полезных ископаемых влияет на природу?

21. Какие мероприятия по сокращению потерь полезных ископаемых необходимо предусмотреть при проектировании шахт?

22. Каковы последствия увеличения потерь запасов полезных ископаемых в недрах?

23. В чем заключается комплексное использование полезных ископаемых?

24. Для чего разрабатываются и осуществляются комплексные проекты охраны природы и каково их содержание?

25. Какие цели достигаются при реализации проектов охраны природы?

26. Перечислите основные направления технического прогресса в горнодобывающей промышленности и новые способы ограничения влияния подземных горных разработок на окружающую среду.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Биосфера Земли является сложной системой, которая находится в состоянии подвижного (динамического) равновесия: цикличность потоков материалов и энергии обеспечивает постоянное восстановление окружающей среды и поддерживает его в состоянии, пригодном для существования живых организмов. Так, в результате гидрологического цикла (круговорота воды) живые организмы обеспечиваются необходимой для их существования чистой водой. Круговорот азота, углерода, кислорода и других элементов также является источником жизни, поскольку в течение этих циклов осуществляется переход от неорганических к органическим и живым формам, которые снова превращаются в неорганические.

Нарушение этих естественных циклов, вызванное деятельностью людей или действием природных факторов, приводит к преходящему или необратимому изменению биологической структуры с уничтожением определенных местных видов флоры и фауны. На протяжении всей истории в результате деятельности людей изменялось равновесие в природе, иногда с пагубными для нее последствиями.

В основе разумной деятельности, целью которой является защита окружающей среды, должно лежать понимание характера естественных процессов в биосфере, обновляющих и восстанавливающих природную среду. Осуществление всего комплекса мер защиты окружающей среды позволяет предотвратить нарушение этих процессов и тем самым сохранить флору и фауну.

Научные основы правильного (рационального и бережного) отношения к природе, оптимального использования ее ресурсов изложены в трудах классиков марксизма-ленинизма, в решениях съездов нашей партии, в постановлениях ЦК КПСС и Совета Министров СССР, в законах и нормативных документах по охране природы.

В связи с ростом численности населения, большими масштабами и высокими темпами развития производства не-



благоприятное влияние деятельности людей на окружающую среду непрерывно увеличивается и вызывает многообразные изменения в биосфере.

Быстро растет степень загрязнения атмосферы и гидросферы. Нарушается общий биологический круговорот веществ и круговороты важнейших химических элементов: кислорода и углерода, азота и фосфора во всей биосфере. В эти естественные круговороты включены искусственные вещества: синтетические материалы, моющие средства, гербициды, которые по своим свойствам несовместимы с природной средой. Растет угроза нарушения теплового баланса планеты; изменение газового состава атмосферы. В результате возникает угроза глобального экологического кризиса.

Проблема охраны природы является весьма сложной. Возможность ее решения в глобальном масштабе зависит от социально-политических условий. Затрудняет решение проблемы охраны окружающей среды частная собственность на орудия труда и средства производства (включая важнейшие ресурсы природы) в капиталистическом мире и политика подготовки к новой мировой войне империалистических стран.

Советский Союз, используя преимущества социалистического строя, государственной собственности на природные богатства, планомерно, целенаправленно осуществляет использование и охрану природных ресурсов в интересах всего общества.

В СССР и других социалистических странах охрана природы является составной частью программы развития народного хозяйства.

Усилиями всего человечества возможно не только предотвратить угрозу всеобщего экологического кризиса, но и существенно улучшить биосферу планеты. Для этого необходимы прежде всего укрепление международной безопасности на основе принципов мирного сосуществования, ограничение и прекращение гонки вооружений. На это нацелена советская внешняя и внутренняя политика. Реализм этой политики, обращенной к здравому рассудку людей, находит все большую поддержку народов мира.

По инициативе СССР XXXI сессия Генеральной Ассамблеи ООН одобрила Конвенцию о запрещении военного или любого иного враждебного использования средств воздействия на природную среду, а XXXV сессия — резолюцию об исторической ответственности государств за сохранение природы Земли для нынешних и будущих поколений. Советский Союз активно участвовал в разработке принятой в 1982

году Генеральной Ассамблеей ООН «Всемирной хартии природы», которая возлагает на все государства ответственность за сохранение нашей планеты и ее богатств. Практическими делами в этой жизненно важной для человечества области СССР демонстрирует верность взятым на себя обязательствам.

Планы экономического и социального развития нашей страны, неотъемлемой составной частью которых является охрана и улучшение окружающей среды, рационального и комплексного использования естественных ресурсов будут выполняться успешнее, если каждый советский человек проникнется чувством ответственности за реализацию этих планов. Многие здесь зависят от специалистов — организаторов производства. Поэтому каждый из них, и прежде всего тот, кто связан с освоением природных ресурсов (в данном случае с разработкой месторождений полезных ископаемых), должен знать научные основы, способы сохранения и восстановления окружающей среды, основы советского законодательства об охране природы и умело их использовать в практической деятельности в интересах всего общества.

## КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

**Автотрофный организм** — организм, синтезирующий из неорганических соединений органические вещества с использованием энергии Соли-па или энергии, освобождающейся при химических реакциях.

**Адвекция** — перенос воздуха и его свойств в горизонтальном направлении (в отличие от конвекции, означающей перенос воздуха в вертикальном направлении).

**Азойская эра** — древнейшая эра геологического летоисчисления, предшествовавшая археозойской эре. В азойскую эру на Земле отсутствовала жизнь.

**Активность водообмена** — число лет, необходимое для полного обмена воды в разных частях гидросферы.

**Аминокислоты** — класс органических соединений, объединяющих в себе свойства кислот и аминов, т. е. содержащих наряду с карбоксильной группой  $\text{COOH}$  аминогруппу  $\text{NH}_2$ . В зависимости от положения аминогруппы относительно карбоксильной группы различают  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  и др. аминокислоты. Аминокислоты играют очень большую роль в жизни организмов, так как все белковые вещества построены из аминокислот.

**Аммонификация** — процесс разложения содержащих азот органических веществ с выделением аммиака, имеющий большое значение в круговороте азота в природе и в питании растений. В процессе аммонификации трудноусвояемый азот органических соединений почвы (гумуса, удобрений, растительных остатков) переходит в доступную для растений форму.

**Анаэробные организмы** — класс бактерий, проявляющих активную жизнедеятельность в отсутствие свободного кислорода; атмосферный кислород задерживает их развитие или приводит к их гибели.

**Антропогенный период** — период в истории Земли, в течение которого развивается человек как биологический вид.

**Антропосфера** — земная сфера, где живет или куда проникает человечество; сфера Земли и ближайшего Космоса, в наибольшей степени прямо и косвенно видоизмененная человеком в прошлом или которая будет изменена людьми в ближайшем будущем; используемая людьми часть биосферы (географической, ландшафтной оболочки).

**Атмосфера** — газообразная оболочка Земли, включающая смесь различных газов, водяных паров и пылевых (аэрозольных) частиц. Обычно делится на тропосферу, стратосферу, мезосферу и термосферу; как компонент биогеоценоза — слой воздуха в подпочве, почве и над ее поверхностью, в пределах которого наблюдается взаимное влияние компонентов биогеоценоза (включая сам воздух).

**Биогеоценоз** — относительно пространственно ограниченная, внутренне однородная природная система функционально взаимосвязанных живых организмов и окружающей их неживой среды, характеризующаяся определенным энергетическим состоянием, типом и скоростью обмена веществами и информацией. Биогеоценоз является элементарной экологической системой.

**Биомасса** — выраженное в единицах массы (веса) или энергии количество живого вещества тех или иных организмов (популяций, видов, группы видов, отдельных живых экологических компонентов, сообществ в целом), приходящееся на единицу площади или объема. В весовых единицах относится к сырому или сухому состоянию живого вещества. Определяют биомассу консументов, продуцентов и редуцентов.

**Биологическая очистка** — удаление посторонних или вредных агентов из вод и почв с помощью живых организмов, способствующих фильтрации и (или) разложению этих примесей и восстановлению первичных свойств среды.

**Биосфера** — нижняя часть атмосферы, вся гидросфера и верхняя часть литосферы Земли, населенные живыми организмами, «область существования живого вещества» (В. И. Вернадский); активная оболочка Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного масштаба.

**Биота** — организмы, живущие в определенном месте в определенный геологический период истории Земли.

**Биотоп** — относительно однородное по абиотическим факторам среды пространство, занятое биоценозом.

**Биохимическое потребление кислорода (БПК)** — потребление в воде кислорода органическими веществами. О наличии в воде легкоокисляемых органических веществ судят по величине БПК. Убыль кислорода в этом случае обуславливается протекающими в воде биохимическими процессами, приводящими к распаду (минерализации) в первую очередь нестойкого органического вещества. В практике биологическое потребление кислорода чаще всего определяют в течение 5 суток.

**Биоценоз** — сообщество из продуцентов, консументов и редуцентов, входящих в состав одного биогеоценоза и населяющих один биотоп; системная совокупность живого, характеризующаяся определенным балансом между перечисленными выше живыми экологическими компонентами; любое сообщество взаимосвязанных организмов, живущих на каком-либо участке суши или водоема.

**Болевой порог, или порог осязания** — минимальный уровень звукового давления на данной частоте, воспринимаемый испытуемым как боль в ухе.

**Вещество органическое** — соединение углерода (такие вещества имеют первостепенное значение для живых существ, но не обязательно обязаны своим возникновением их жизнедеятельности).

**Вещество природное** — любое химическое соединение (или элемент), возникающее в ходе спонтанно идущих химических реакций и физических процессов и естественно входящие в природный круговорот веществ.

**Вид** — самая маленькая систематическая единица в биологии. Все организмы, относящиеся к какому-нибудь виду, обозначаются латинским названием, состоящим из двух слов: имени рода и видового названия. Например, биологическое название человека — человек разумный, пчелы — пчела медоносная и т. д. Особей, образующих вид, объединяет способность к взаимному оплодотворению. Несколько близких видов образуют род.

**Водородный показатель (рН)** — отрицательный десятичный логарифм концентрации (точнее, активности) ионов водорода в данном растворе  $pH = -\lg C_{H^+}$ . Водородный показатель служит количественной характеристикой кислотности растворов, которая оказывает существенное влияние на направление и скорость многих химических и биохимических процессов. Точное измерение и регулирование рН необходимо как при лабораторных химических и биохимических исследованиях, так и в многочисленных промышленно-технологических процессах, а также при

оценке свойств почвы и проведении мероприятий по повышению ее плодородия.

**Водоохранилище** — водоем с практически стоячей водой, обычно значительного размера, искусственно созданный в русле реки или в понижении земной поверхности путем устройства плотины, перемычки, выемки грунта.

**Воды сточные** — воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека.

**Восстановление земель** — возврат землям существовавшего ранее плодородия, нарушенного прошлой деятельностью человека или природными катастрофами.

**Восстановление природных ресурсов** — комплекс мероприятий, направленных на получение природных ресурсов в ранее естественно наблюдавшемся количестве с помощью искусственных мер после периода полного или частичного истощения этих ресурсов в результате антропогенного воздействия.

**Высота звука** — характеристика слухового восприятия, позволяющая распределить звуки по шкале от низких до высоких звуков. Зависит преимущественно от частоты, но также от величины звукового давления и формы волны.

**Геологическое летоисчисление** — шкала времени, основанная на геологическом исследовании слоев земной коры и указывающая, когда и какие события происходили на протяжении 4,5 млрд. лет истории Земли. Всю эту историю делят на эры, каждая из которых состоит из периодов, а те, в свою очередь, — из эпох.

**Геохронология развития жизни на Земле** — последовательность развития живого вещества и взаимодействия между ним и неживой средой, приводящего к коренному изменению свойств как биосферы, так и живых организмов, ее населяющих, смене их видового состава в общем направлении от низших форм к высшим. Это изменение происходило в результате биогенного преобразования поверхности планеты путем изменения ее атмосферы, образования озоносферы (озонового экрана), формирования верхних оболочек земной коры, включая почвы, и т. п. процессов.

**Гетеротрофные организмы** — организмы, которые не способны использовать непосредственно для питания простые неорганические вещества.

**Гидросфера** — совокупность всех вод Земли (глубинных, почвенных, поверхностных, материковых, океанических и атмосферных). Как особая земная оболочка рассматриваются лишь воды, находящиеся на поверхности планеты (материковые и океанические).

**Голосеменные** — один из двух типов семенных растений. Сюда входят все хвойные, а также другие растения, у которых семена и семязачки лежат открыто, на плодоложистиках, а не заключены в пестик. Впервые появляются, вероятно, в девонском периоде.

**Грибы** — размножающиеся спорами гетеротрофные растительноподобные организмы, имеющие вид паутинообразных или ватоподобных образований, мучнистых налетов, пятен и т. п., состоящих из тонких, ветвящихся нитей. В отличие от нитеобразного мицелия, или грибницы, составляющей вегетативное тело грибов, плодовые тела высших грибов имеют вид шляпки на ножке. Одно из четырех царств живой природы насчитывает около 80 тысяч видов.

**Громкость** — суждение об интенсивности звука, выносимое человеком на основании слухового ощущения; зависит от звукового давления и частоты. В значительной части диапазона слышимости утроение звукового давления, что почти равно 10 дБ, можно считать приводящим к удвоению громкости.

**Грунтовые воды** — воды, располагающиеся под земной поверхностью, чаще всего над водонепроницаемым слоем (глины, например).

**Гуано** — разложившийся в условиях сухого климата помет морских птиц (чаек и др.), который используется как ценное азотное и фосфорное удобрение (содержит около 9 % азота и 13 % фосфорной кислоты). Залежи гуано находятся на островах близ побережья Чили, Перу, Южной Африки, на островах Карибского моря.

**Гумус (перегой)** — органическое вещество почвы, образующееся в результате разложения растительных и животных остатков и продуктов их жизнедеятельности.

**Детрит** — органический ил и остатки организмов в водной среде, а также изредка употребляемый в отечественной литературе англоязычный синоним русского слова перегой (гумус).

**Дефляция** — ветровая эрозия горных пород и почвы.

**Децибел (дБ)** — дольная единица от «бел» — единицы логарифмической относительной величины (десятичного логарифма отношения двух одноименных физических величин — энергий, мощностей звуковых давлений и др.); равна 0,1 бел.

**Диатомовые водоросли** — микроскопические кремнистые водоросли (размером 0,75...1500 мкм), одноклеточные, одиночные или в виде колоний, обитают в пресных и морских водах.

**Жертва** — особь, подвергшаяся прямому\*нападению, умерщвленная и полностью или частично съеденная непосредственно нападавшим (жертва в системе «хищник — жертва»); особь, погибшая в результате совершенного нападения от прямого умерщвления или из-за сопутствующих причин (например, выбросившись на берег водные животные); особь, погибшая в результате воздействия каких-то катастрофических причин (жертва наводнения и т. п.), смертельных случайностей (например, отравления, неверного прыжка и т. п.) или нападения хищника.

**Жизнь** — особая форма движения материи, характеризующаяся обменом веществ, самовоспроизведением (произведением себе подобных), системным самоуправлением, саморазвитием, физической и функциональной дискретностью отдельных живых существ (особей) или их общественных конгломератов (пчелы, кораллы) при общем единстве живого вещества космического тела.

**Заболачивание** — повышение влажности почв, сопровождающееся изменением растительности, наземного животного мира, почвенной фауны и флоры, режима химических реакций и изменением характера почв, превращающихся в переувлажненные, заболоченные и болотные.

**Загрязнение** — привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических или биологических агентов или превышение в рассматриваемое время естественного среднепогодного уровня (в пределах его крайних колебаний) концентрации перечисленных агентов в среде; увеличение количества физических, химических или биологических агентов сверх недавно наблюдавшейся нормы (например, помутнение речных вод после дождя). Загрязнение может возникать в результате естественных причин (загрязнение природное) и под влиянием деятельности человека — загрязнение антропогенное (которое обычно и имеется в виду при обсуждении проблем загрязнения).

**Загрязнитель** — любой (природный и антропогенный) физический агент, химическое вещество и биологический вид (главным образом микроорганизмов), попадающий в окружающую среду или возникающий в ней в количествах, выходящих за рамки обычного своего наличия — предельных естественных колебаний или среднего природного фона в рассматриваемое время; те же агенты, вещества и организмы, находящиеся в окружающей среде в количествах, превышающих желательные для ка-

ких-либо целей (например, для некоторых производств требуется химически чистая вода, лишенная всяких естественных примесей, выступающих в данном случае как загрязнитель, хотя для сельскохозяйственных или бытовых целей такая вода будет считаться незагрязненной).

**Заказник** — участок, в пределах которого (постоянно или временно) запрещены отдельные виды и формы хозяйственной деятельности для обеспечения охраны одного или многих видов живых существ, биогеноценозов, одного или нескольких экологических компонентов или общего характера охраняемой местности.

**Замкнутый цикл** (обычно — водоиспользования) — многократное использование воды в одном и том же производственном процессе без сброса сточных вод в водные объекты. Для повторного использования воды в производстве или ряде производств вода подвергается охлаждению, очистке и другим процессам, возвращающим ей необходимые в производстве качества.

**Заповедник** — особо охраняемое законом (или обычаями) пространство; участок природы, изъятый из отдельных форм пользования, и учреждение, созданное для охраны и изучения охраняемого природного комплекса.

**Заповедник биосферный** — строго охраняемый значительный природный участок, практически не испытывающий локальных воздействий преобразованных человеком окружающих ландшафтов, где идут вековые процессы, характер которых позволяет выявить спонтанно происходящие изменения биосферы, в том числе глобально-антропогенные; территория, на которой производится постоянное слежение (мониторинг) за антропогенными изменениями природной среды на основе инструментальных определений и наблюдений за биоиндикаторами. При этом место наблюдений может отражать как общебиосферный фон, так и локальные возмущения, производимые близлежащими индустриальными объектами и центрами.

**Звук** — волновое движение в какой-либо упругой среде либо слуховое восприятие, создаваемое таким движением.

**Звукоизоляция** — мера изоляции звука перегородкой, стеной или панелью, выраженная в дБ. Звукоизоляция равна десятикратному десятичному логарифму отношения интенсивностей падающей и прошедшей волн либо просто разности (в дБ) уровней интенсивностей падающей и прошедшей волн.

**Зона зеленая** — территория за пределами городской черты, занятая лесами и лесопарками, выполняющими защитные и санитарно-гигиенические функции и являющимися местом отдыха населения; широкий пояс (в СССР до 50 км) вокруг города или другого населенного пункта, где сохраняется древесная растительность, кустарники, травяной покров и животный мир в целях создания условий для очистки среды от загрязнения, обогащения воздуха кислородом и поддержания условий для отдыха жителей.

**Зона отдыха** — традиционно используемая природная или специально организованная территория, где жители населенного места проводят часы досуга после работы или в выходные (праздничные) дни; обычно располагается в пределах зеленой зоны, а также может включать парки и скверы внутри поселений.

**Зооценоз** — совокупность взаимосвязанных видов животных, сложившаяся на каком-то пространстве.

**Инсектицид** — вещество, используемое для уничтожения нежелательных в хозяйстве или в природных сообществах насекомых.

**Использование природных ресурсов рациональное** — неопределенное терминологическое словосочетание, в самом общем смысле обозначающее максимально полное извлечение из природного ресурса всех полез-

ных продуктов с нанесением наименьшего вреда отраслям хозяйства, базирующимся на том же ресурсе, и состоянию природной среды, необходимой для жизни и поддержания здоровья человека. Зависит от общественных установок и от развития производительных сил общества.

**Каменноугольный период (система)** — геологический период, относящийся к палеозойской эре; характеризуется образованием пластов каменного угля, материалом для которого послужила пышная растительность, существовавшая в то время.

**Кембрийский период** — самый древний период палеозойской эры. Начиная с кембрийского периода в осадочных породах в большом числе попадаются окаменевшие остатки живых организмов. Название периоду дало древнеримское название Уэльса. Этот период закончился примерно 450—500 млн. лет назад.

**Клетка** — элементарная живая система, способная к самостоятельному существованию, самовоспроизведению и развитию; основа строения и жизнедеятельности всех животных и растений. Клетки существуют и как самостоятельные организмы, и в составе многоклеточных организмов.

**Коагулянты (коагулирующие агенты)** — вещества, введение которых в жидкую среду, содержащую мелкие частицы какого-либо тела, вызывает коагуляцию, т. е. слипание этих частиц. Под действием коагулянтов образуются крупные скопления слипшихся частиц, выпадающие в виде хлопьев или комков в осадок (коагулянт).

**Коагуляция** — слипание взвешенных частиц в жидкости при их столкновениях в процессе теплового движения, перемешивания или направленного перемещения во внешнем силовом поле. В результате коагуляции образуются более крупные частицы, состоящие из скопления более мелких. Коагуляция сопровождается укрупнением частиц и уменьшением их числа в объеме жидкости или газа.

**Консументы** — организмы, питающиеся органическим веществом (все животные, часть микроорганизмов, паразитические и насекомоядные растения). То же, что и гетеротрофные организмы, но в иной системе классификации.

**Концентрация предельно допустимая (ПДК)** — нормативное количество вредного вещества в окружающей среде, практически не влияющее на здоровье человека. Устанавливается в законодательном порядке или рекомендуется компетентными учреждениями. Появилась тенденция определять ПДК, исходя не только из влияния на здоровье человека, но также по влиянию концентрации загрязнителей на диких животных, растения, грибы и микроорганизмы, а также природные сообщества в целом. Исследования привели к выводу об отсутствии нижних безопасных порогов (а следовательно, ПДК) при воздействиях канцерогенов и ионизирующей радиации. Любое превышение ими привычных природных фонов опасно для живых организмов, хотя бы генетически в цепи поколений.

**«Красная книга» животных, растений** — список редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений; аннотированный перечень видов и подвидов с указанием современного и прошлого распространения, численности и причин ее сокращения, особенностей воспроизводства, уже принятых и необходимых мер охраны вида. Имеются международный, национальный (в масштабах государств) и локальный ее варианты: международная «Красная книга», издаваемая МСОП, состоит из заменяемых листов разного цвета (исчезающие формы — красного, редкие — желтого, восстановленные — зеленого). «Красная книга СССР», красные книги союзных республик.

**Кризис экологический** — напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием



развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсо-экологическим возможностям биосферы.

**Круговорот биологический (биотический)** — явление непрерывного циклического, но неравномерного во времени и пространстве и сопровождающегося более или менее значительными потерями, закономерного перераспределения вещества, энергии и информации в пределах экологических систем различного иерархического уровня организации — от биогеоценоза до биосферы. Потери вещества минимальны в биосфере в целом, информация теряется с гибелью видов и необратимыми генетическими перестройками, энергетические циклы слабы — преобладает однонаправленный поток энергии от растений — продуцентов через консументы к редуцентам с последующим выносом ее в околоземное и космическое пространство.

**Круговорот веществ** — многократное участие веществ в процессах, протекающих в атмосфере, гидросфере и литосфере, в том числе тех их слоев, которые входят в биосферу планеты.

**Круговорот воды (в природе)** — обращение воды на Земле, условно начинающееся выпадением атмосферных осадков, продолжающееся поверхностным и подземным стоком, инфильтрацией, испарением, переносом водяного пара в атмосфере и вновь происходящими атмосферными осадками. При круговороте воды она может переходить из одного агрегатного состояния в другое.

**Ландшафт** — природный географический комплекс, определяемый как сравнительно небольшой индивидуальный участок («географический индивид») земной поверхности, ограниченный естественными рубежами, в пределах которого природные компоненты находятся в сложном взаимодействии и приспособлены друг к другу; совокупность взаимосвязанных и взаимообусловленных предметов и явлений природы, исторически складывающихся развивающийся во времени географический комплекс или их ряд; обобщающее понятие для объединения типологических комплексов более низкого иерархического ранга, которые могут быть территориально разобщенными, но сходными по основным природным чертам (типа водораздельных ландшафтов с определенной растительностью и почвами, составляющих, например, степной ландшафт); крупное подразделение земной поверхности, в пределах которого геоморфологические особенности, субстраты (почвы и подпочвы, донные осадки и т. д.), приход энергии и атмосферно-климатические процессы, фазовое состояние среды, а для подразделений суши характер увлажнения создают условия для специфического сочетания продуцентов, консументов и редуцентов, в свою очередь, влияющих на абиотические условия среды, что в совокупности формирует экосистему этого подразделения суши или акватории с более или менее ясно различимыми рубежами; общий вид местности, пейзаж.

**Ландшафт антропогенный** — ландшафт, преобразованный хозяйственной деятельностью человека настолько, что изменена связь природных (экологических) компонентов в степени, ведущей к сложению нового, но сравнению с ранее существовавшим на этом месте, природного комплекса.

**Ландшафт природный** — ландшафт, не преобразованный человеческой деятельностью, а потому обладающий естественным саморазвитием.

**Ледниковые эпохи** — так называются отрезки времени в истории Земли, когда отдельные территории ее были покрыты мощными ледниками. Эпохи оледенения неоднократно повторялись в плейстоцене, в период существования древнего человека.

**Леса второй группы** — леса в районах с высокой плотностью населения и развитой сетью транспортных путей, имеющие преимущественно

защитное и ограниченное лесозащитное значение, а также леса с малыми сырьевыми ресурсами, для сохранения средообразующих функций которых и непрерывности лесопользования требуется более строгий, чем обычно, режим эксплуатации.

Леса первой группы — водоохранные, вдоль нерестовых рек, поле- и почвозащитные, объектозащитные (придорожные, у инженерных объектов), санитарно-гигиенические, оздоровительные (курортные), заповедные, парковые, мемориальные, орехопромысловые, притундровые, субальпийские и другие ценные леса, эстетические, культурные, средообразующие, ресурсоохранные и объектозащитные свойства которых значительно превышают их традиционно лесопромышленную ценность.

Леса третьей группы — массивы леса в многолесных районах, являющиеся объектами широкой лесопромышленной эксплуатации.

Лесистость — отношение покрытой лесом площади к общей площади района, области, края, республики.

Литосфера — верхняя твердая оболочка Земли, постепенно переходящая с глубиной в сферы с меньшей прочностью вещества. Включает земную кору и верхнюю мантию Земли. Мощность литосферы — 50...200 км, в том числе земной коры до 30...60 км на континентах и 5...10 км на дне океана.

Лучевая болезнь — заболевание, возникающее от воздействия различных видов ионизирующих излучений. Развитие лучевой болезни возникает в тех случаях, когда суммарная доза облучения начинает превышать естественный радиоактивный фон.

Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП) — неправительственная международная организация, ведущая исследования и пропаганду охраны природы и рационального использования природных ресурсов.

Мелиорация — мероприятия по улучшению природной среды, жизни людей, леса, охотхозяйственных угодий, но главным образом сельскохозяйственных земель. Различают обводнительную, осушительную мелиорацию, агролесомелиорацию, лесомелиорацию и другие формы улучшения земель и природной среды.

Мелиорация земель — система мероприятий, направленных на улучшение почвенных, гидрологических и климатических условий в целях получения высоких и устойчивых урожаев. Прежде всего — это орошение и осушение земель, а также регулирование стока поверхностных вод, промывка засоленных почв, удобрение почв, предотвращение эрозии почв, приовражные и полезащитные насаждения, корчевание пней, кустарников, удаление камней с полей, уничтожение кочек и т. д.

Молекула — наименьшая частица вещества, обладающая его химическими свойствами. Молекула состоит из атомов, точнее — из атомных ядер, окружающих их внутренних электронов и внешних валентных электронов, образующих химические связи. Внутренние электроны атомов обычно не участвуют в образовании химических связей. Состав и строение молекул данного вещества не зависят от способа его получения. В случае одноатомных молекул (например, инертных газов) понятие молекула и атом совпадают.

Мониторинг — слежение за какими-то объектами или явлениями; в приложении к среде жизни — слежение за ее состоянием и предупреждение о создающихся критических ситуациях (повышение загазованности воздуха свыше ПДК и т. п.), вредных или опасных для здоровья людей, других живых существ, их сообществ, природных и антропогенных объектов (в том числе сооружений).

Нарушенные земли — земли, поврежденные хозяйственной деятельностью людей и непригодные для рентабельного использования без их восстановления (рекультивации).

**Национальные парки** — территории, исключенные из промышленной и сельскохозяйственной эксплуатации для сохранения природных комплексов, имеющих особую экологическую, историческую и эстетическую ценность, и использования их для отдыха людей и в культурных целях.

**Неолит** — стадия древнейшей истории человека, пришедшая на смену палеолиту. В неолите люди употребляли заточенные и отполированные каменные орудия, тогда же впервые появилось земледелие, стали изготавливать посуду, началось одомашнивание животных.

**Нитраты природные** — класс минералов, представляющих собой природные соли азотной кислоты. К ним относятся минералы: натриевая селитра ( $\text{NaNO}_3$ ), калиевая селитра ( $\text{KNO}_3$ ), аммонийная селитра ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ) и др.

**Нитрификация** — процесс превращения азотсодержащих веществ в форму, усвояемую высшими растениями (например, окисление в почве аммиака до азотистой кислоты бактериями).

**Обезвреживание отходов** — обработка отходов с получением веществ, могущих войти в природные биогеохимические циклы или не оказывающих вредного воздействия на среду жизни.

**Обеззараживание** — комплекс мероприятий, направленных на подавление очага инфекционного или природно-очагового заболевания; разрушение образовавшихся или искусственно распространенных ядов; уничтожение карантинных видов растений и животных; стерилизация инструментов, материалов, помещений.

**Озоносфера (озоновый экран)** — слой воздуха в атмосфере Земли с повышенным содержанием озона, расположенный главным образом на высотах от 7...8 км на полюсах, 17...18 км на экваторе до 50 км над поверхностью Земли и предохраняющий жизнь от губительного воздействия жестких ультрафиолетовых лучей Солнца.

**Окружающая среда** — совокупность на данный момент физических, химических, биологических характеристик, а также социальных факторов, способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на живые существа и деятельность человека.

**Орган** — часть тела животного или растительного организма, выполняющая одну или чаще несколько специфических для него функций. Примеры органов: мозг, сердце, глаз, печень, желудок — у животных; корень, стебель, лист, цветок — у растений. Все органы данного организма взаимно связаны и взаимодействуют, что и обеспечивает его единство.

**Организм** — любое живое существо. Одноклеточные и многоклеточные организмы обладают совокупностью основных жизненных свойств, отличающих их от неживой материи: клеточной организацией; обменом веществ, в котором ведущая роль принадлежит биополимерам — белкам и нуклеиновым кислотам, обеспечивающим самообновление и поддержание постоянства внутренней среды организма.

**Охрана природной среды, окружающей человека** — комплекс международных, государственных и региональных административно-хозяйственных, политических и общественных мероприятий по обеспечению физических, химических и биологических параметров функционирования природных систем в пределах, необходимых с точки зрения здоровья и благосостояния человека.

**Охрана природы** — система мер, направленная на поддержание рационального взаимодействия между деятельностью человека и окружающей природной средой, обеспечивающая сохранение и восстановление природных ресурсов, предупреждающая прямое и косвенное влияние результатов деятельности общества на природу и здоровье человека; комплексная дисциплина, разрабатывающая общие принципы и методы сохранения и восстановления природных ресурсов (включает как главные

разделы охрану земель, вод, атмосферы, растительного и животного мира и природных комплексов).

Охранные зоны — территории, расположенные вокруг большинства заповедников с режимом ограниченной эксплуатации природных ресурсов.

Палеолит — первая из двух частей так называемого каменного века, зари человеческой истории. В это время (плейстоценовый период) предки человека начали применять каменные орудия, иногда обкалывая их, чтобы придать им нужную форму. Уже жил неандертальский человек, а также некоторые другие представители человеческого рода. В палеолите появился кроманьонский человек, более искусный в изготовлении каменных орудий, разрисовавший свои пещеры, — вообще развивший более высокую культуру. Палеолит сменился неолитом.

Памятники природы — объекты, в том числе нередко связанные с какими-то историческими событиями или лицами, выделяемые как природные (особо) охраняемые территории небольшого размера (геологическое обнажение, очень старое дерево, необычная группа многолетних растений, родник, водопад, скала и т. п.).

Пестицид — химическое соединение, используемое для защиты растений, древесины, изделий из шерсти, хлопка, кожи, для уничтожения паразитов животных и для борьбы с переносчиками опасных заболеваний. К пестицидам относятся также вещества, используемые для регуляции роста и развития растений, удаления листьев (дефолианты), уничтожения растений на корню (десиканты), удаления цветов и завязей (дефлоранты), отпугивания животных (репелленты), их привлечения (аттрактанты) и стерилизации (хемостерилизаторы). Использование пестицидов неизбежно отрицательно влияет на экосистемы любого уровня и на здоровье человека. Пестициды следует использовать строго по назначению, в минимально необходимом количестве, и лишь там, где химические средства защиты нельзя пока заменить биологическими.

Пирамида экологическая — модель, отражающая число особей, количество их биомассы или заключенной в них энергии на каждом из трофических уровней экосистемы — продуцентов, консументов различных порядков и редуцентов.

Подземные воды — это воды, находящиеся ниже поверхности Земли и дна поверхностных водоемов и водоотков и заполняющие поры, трещины и иные пустоты горных пород. Нижняя граница их распространения — около 13...14 км. Подземные воды по происхождению разделяются на вадозные, ювенильные, инфильтрационные, инфлюационные и конденсационные. К вадозным относятся воды верхних слоев земной коры, участвующие в общем круговороте воды в природе. Ювенильные (девственные) — воды глубоких зон земной коры, возникающие из магмы за счет выделения растворенных в ней водяных паров или ионизированных водорода и кислорода. Инфильтрационные — воды, образующиеся в результате просачивания через поры грунта выпадающих атмосферных осадков или поверхностных вод. Инфлюационные — воды, поступающие в грунт через крупные полости, трещины, щели и каналы. Конденсационные — образуются путем конденсации в порах и пустотах пород водяных паров атмосферного или почвенного воздуха. Воды, образующиеся за счет конденсации водяных паров магмы, называются магматическими. Воды, получаемые при обезвоживании некоторых водосодержащих минеральных соединений при погружении их в глубине зоны с высокой температурой и давлением, называются дегидратационными.

Подземные горные выработки — полости в толще полезного ископаемого или породы, образующиеся в результате ведения горных работ.

Подземные горные работы — работы, проводимые в толще земной коры по вскрытию, подготовке и эксплуатации месторождения.

**Популяция** — совокупность особей одного вида, в течение большого числа поколений, населяющих определенное пространство.

**Почва** — особое природное образование, возникшее в результате преобразования поверхностных слоев литосферы под совместным воздействием воды, воздуха и живых организмов. Почва характеризуется плодородием.

**Природа** — в широком смысле весь материально-энергетический и информационный мир Вселенной. Традиционно противопоставляется Человечеству как «познающей самое себя» материи (фактически Человечество — также часть природы); совокупность условий существования человеческого общества; все, что непосредственно не относится к человеку и его деятельности или только воспринимается как не относящееся к ним.

**Природопользование рациональное** — система деятельности, призванная обеспечить наиболее эффективный режим воспроизводства и экономной эксплуатации природных ресурсов с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей.

**Программа ООН по окружающей человека среде (ЮНЕП)** — межправительственная программа, начатая по инициативе Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде (1972 г.) и решению Генеральной Ассамблеи ООН (1973 г.) и посвященная наиболее острым проблемам современного экологического кризиса (опустыниванию планеты, потере почвенного покрова, обезлесиванию Земли, резкому ухудшению качества и уменьшению количества пресных вод, загрязнению Мирового океана и т. д.).

**Продуценты** — автотрофные и хемотрофные (использующие энергию солнца и химических реакций) организмы, производящие органическое вещество из простых неорганических составляющих (подавляющее большинство растений).

**Производство безотходное** — условное понятие для хозяйственной деятельности (включая промышленную и сельскохозяйственную индустрию), в ходе которой практически не образуется вредных для природы отходов. Фактически, любое производство всегда имеет отходы хотя бы в виде использованной энергии (в противном случае нарушались бы принципы термодинамики), и более точным термином служит производство малоотходное.

**Рекреация** — восстановление здоровья и трудоспособности путем отдыха вне жилища — на лоне природы или во время туристической поездки, связанной с посещением интересных для обозрения мест, в том числе национальных парков, архитектурных и исторических памятников, музеев и т. п.

**Рекультивация** — искусственное восстановление плодородия почвы и растительного покрова после технологического нарушения природы горными разработками и т. п.

**Рекультивация биологическая** — этап рекультивации земель, осуществляемый после горнотехнической рекультивации и включающий комплекс агротехнических и мелноративных мероприятий, направленных на возобновление обитания животных, растений, грибов и микроорганизмов и восстановление хозяйственной продуктивности земель.

**Рекультивация земель** — комплекс мероприятий, направленный на восстановление продуктивности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды. На действующих предприятиях, связанных с нарушением земель, рекультивация земель должна быть неотъемлемой частью технологических процессов.

**Рекультивация ландшафтов** — рекультивация земель, предусматривающая преобразование земель в общей системе мер по оптимизации техногенных ландшафтов.

**Рекультивация горно-техническая** — этап рекультивации земель, включающий планировку, формирование откосов, снятие, транспортировку и нанесение почв и плодородных пород на рекультивируемые земли, строительство дорог, гидротехнических и мелиоративных сооружений и др.

**Реликтовое излучение** — остаточное электромагнитное излучение, заполняющее наблюдаемую часть Вселенной, сохранившееся с момента образования.

**Реликтовые растения и животные** — виды, входящие в состав растительного покрова или животного мира данной страны или области как пережитки флоры и фауны минувших геологических эпох и находящиеся в некотором несоответствии с современными условиями существования.

**Ресурсы** — любые источники и предпосылки получения необходимых людям материальных и духовных благ, которые можно реализовать при существующих технологиях и социально-экономических отношениях. Ресурсы принято делить на три основные группы: материальные, трудовые и природные (естественные). В экономике и экономической географии иногда отличают ресурсы и условия, проводя грань между этими понятиями в зависимости от того, участвуют ли рассматриваемые тела и силы в непосредственной материальной деятельности людей (например, климатические условия). Однако это различие условно (говорят и о климатических ресурсах).

**Ресурсы биологические** — биологические средообразующие компоненты биосферы: продуценты, консументы и редуценты.

**Ресурсы возместимые** — природные ресурсы, которые могут быть восстановлены, т. е. возмещены для хозяйства путем вскрытия новых источников (при наличии значительного резервного запаса). Например, до недавнего времени такими ресурсами были биологические ресурсы океана.

**Ресурсы возобновимые** — все природные ресурсы, находящиеся в пределах биосферного круговорота веществ, способные к самовосстановлению (через размножение или природные циклы восстановления) за сроки, соизмеримые с темпом хозяйственной деятельности человека (поэтому растительность, вода в реке — возобновимые ресурсы, а почва, уголь, нефть и другие минеральные богатства — невозобновимые). Следует отличать количественную и качественную возобновимость ресурсов: вид животного количественно возобновим через процесс размножения, но не возобновим качественно в случае его исчезновения.

**Ресурсы генетические** — наследственная генетическая информация, заключенная в генетическом коде живых существ. Практически сумма видов, населяющих Землю.

**Ресурсы заменяемые** — природные ресурсы, которые могут быть заменены другими сейчас или в обозримом будущем (например, минеральное топливо — энергией солнечного излучения).

**Ресурсы невозобновимые** — та часть природных ресурсов, которая не самовосстанавливается в процессе круговорота веществ в биосфере за время, соизмеримое с темпом хозяйственной деятельности человека (минералы, почвы, видовой состав живых существ и т. д.).

**Ресурсы незаменимые** — та часть природных ресурсов, которые не могут быть заменены другими ни сейчас, ни в обозримой перспективе ни практически, ни теоретически (например, живая природа, условия существования людей и т. п.).

**Ресурсы неистощимые** — неиссякаемая часть природных ресурсов, недостаток в которых не ощущается сейчас и не предвидится в обозримом будущем (например, ресурсы энергии солнечного излучения). Понятие включает лишь сам факт «вечного» получения ресурсов, но не учитывает неизбежные размеры их практического использования.

**Ресурсы природные (естественные)** — природные объекты и явления, используемые в настоящем, прошлом и будущем для прямого и непрямого потребления, способствующие созданию материальных богатств, воспроизводству трудовых ресурсов, поддержанию условий существования человечества и повышающие качество жизни (ресурсы удобств, эстетические ресурсы): тела и силы природы (природные блага), общественная полезность которых положительно или отрицательно изменяется в результате трудовой деятельности человека, используемые (или потенциально пригодные для использования) в качестве средств труда (земля, водные пути, вода для орошения), источников энергии (гидроэнергия, атомное топливо, запасы горючих ископаемых и т. д.), сырья и материалов (минералы, леса, ресурсы технической воды), в качестве предметов потребления (питьевая вода, дикорастущие растения, грибы, цветы, продукты рыболовства), рекреации (места отдыха в природе, оздоровительное ее значение), банки генетического фонда (ресурсы надежности экосистем, выведения новых сортов и пород) или источников информации об окружающем мире (руководящие палеонтологические формы, заповедники — эталоны природы, биоиндикаторы и т. п.); при этом изменение состояния этих тел и сил (явлений) природы в процессе их использования прямо или косвенно затрагивает интересы хозяйства сейчас или в обозримой перспективе.

**Ресурсы экологические** — совокупность средообразующих компонентов, обеспечивающая экологический баланс в биосфере и ее подразделениях (энергия, газовый состав, вода, почво-субстраты, продуценты, консументы, редуценты).

**Самоочищение (воды, почвы и т. д.)** — ликвидация загрязнений абиотическими факторами среды и в ходе жизнедеятельности природных организмов. Длительность самоочищения резко меняется в зависимости от географического места. Для многих стойких загрязнителей самоочищающая способность природы равна нулю.

**Сапрофиты** — растения, питающиеся органическими веществами, производимыми другими организмами.

**Селитебные земли** — земли, предназначенные для строительства жилых и общественных зданий, промышленных предприятий, дорог, улиц, площадей и т. д. в пределах городов и поселков городского типа.

**Система** — любая вещественно-энергетическая или концептуальная совокупность взаимосвязанных составляющих, объединенных прямыми и обратными связями в некоторое единство; саморазвивающаяся и саморегулирующаяся определенным образом упорядоченная материально-энергетическая совокупность, существующая и управляемая как относительно устойчивое единое целое за счет взаимодействия, распределения и перераспределения имеющихся, поступающих извне и продуцируемых совокупностью веществ, энергии и информации и обеспечивающая преобладание внутренних связей (в том числе перемещений вещества, энергии и передачи информации) над внешними.

**Система биосферная** — природная система, создаваемая динамическим взаимоотношением организмов и окружающей их неживой среды (см. биогеоценоз, экосистема).

**Система природная** — система, составленная естественными структурами и образованиями (подсистемами), на высших уровнях иерархической организации группирующимися в функциональные (экологические, или средообразующие) компоненты. Примером природной системы является биосфера Земли.

**Система природных охраняемых территорий** — сочетание природных (особо) охраняемых территорий, обеспечивающее поддержание экологического равновесия в пределах крупного региона; сеть природных (осо-

бо) охраняемых территорий вне зависимости от их функциональной роли и даже ведомственной подчиненности.

Система стандартов в области охраны природы — комплекс взаимосвязанных стандартов, направленных на сохранение, восстановление и рациональное использование природных ресурсов.

Смог — сочетание газообразных и твердых примесей с туманом (влажный, лондонский смог) или аэрозольная дымка, преимущественно от автотранспорта, где при солнечной радиации образуются вредные вещества (сухой, фотохимический, лосанджелесский смог).

Сообщество — система совместно живущих в пределах некоторого естественного объема пространства автотрофных и гетеротрофных организмов. Может рассматриваться отдельно сообщество растений (фитоценоз) и сообщество животных (зооценоз).

Среда — вещество и (или) пространство, окружающее рассматриваемый объект; природные тела и явления, с которыми организм находится в прямых или косвенных взаимоотношениях; совокупность физических (природных), природно-антропогенных (культурных ландшафтов и населенных мест) и социальных факторов жизни человека.

Среда окружающая — то же, что и среда внешняя, но находящаяся в непосредственном контакте с объектом или субъектом; совокупность неживой, биотической и социальной сред, совместно оказывающих влияние на людей и их хозяйство.

Среда окружающая человека природная — совокупность естественных и измененных деятельностью людей факторов, оказывающих влияние на человека. Отличается от других составляющих окружающей человека среды свойством самоподдержания и саморегуляции без корректирующего воздействия человека; часть природы, которая непосредственно и опосредованно влияет на человечество, его группы и отдельных людей (материально-энергетически, информационно-психически и социально-экономически); комплекс неживой и биотической сред, влияющий на человека и его хозяйство, — сочетание чисто природных и природно-антропогенных тел и явлений (факторов), оказывающих непосредственное и опосредованное воздействие на человека (включая его здоровье) и естественно-ресурсные экономические показатели функционирования народного хозяйства в настоящем и будущем.

Среда природная — то же, что среда окружающая человека природная, но вне зависимости от непосредственных контактов с человеком. Может рассматриваться по отношению к животным, растениям и т. д.

Структура экосистемы — естественное функционально-морфологическое членение экосистемы на подсистемы и блоки, играющие в экосистеме роль составных частей.

Территория (особо) охраняемая — пространство (акватория, территория), выделяющееся ценностью находящихся в его пределах объектов и происходящих явлений природного и антропогенного характера (ценных экосистем, гейзеров, памятников садово-паркового искусства, инженерных сооружений и т. п.). Такие территории обычно не только находятся под охраной закона, но и под наблюдением специальной стражи (егерей, лесников и т. д.).

Территория природная (особо) охраняемая — участки биосферы (суши, акватории) с соответствующими слоями атмосферы и литосферы, полностью или частично, постоянно или временно исключенные людьми из традиционно-интенсивного хозяйственного оборота и предназначенные для сохранения экологического равновесия, поддержания среды жизни человечества и его здоровья, охраны природных ресурсов, ценных естественных и искусственных объектов и явлений, имеющих историческое, хозяйственное или эстетическое значение (т. е. для нетрадиционных особо важных эколого-социально-экономических целей).



**Территория природная (особо) охраняемая заповедно-эталонная** — пространство, изъятое из какого бы то ни было непосредственного хозяйственного использования (получения прибыли от прямой эксплуатации местных природных ресурсов) и предназначенное для особых форм пользования, прежде всего сохранения информации о нетронутой природе, научных целей, слежения за общим состоянием природной среды планеты (глобальный и другие виды мониторинга) и поддержания экологического равновесия в исключительно уязвимых местах, имеющих ключевое значение для сохранения природы крупных регионов. Сюда относятся все заповедники и резервы с заповедным режимом.

**Территория природная (особо) охраняемая объектозащитная** — территория, хозяйство на которой ведется с расчетом сохранения и правильной эксплуатации ценных инженерных, строительно-архитектурных или иных искусственных объектов (защитные полосы вдоль шоссе и железных дорог, у мостов и т. п.).

**Ткани** — системы клеток, сходных по происхождению, строению и функциям. В состав тканей входят также межклеточные вещества и структуры — продукты клеточной жизнедеятельности.

**Триасовый период** — первый период мезозойской эры. Название возникло из-за трехслойности пород, характерных для этого периода. Он закончился примерно 170...190 млн. лет назад.

**Тропосфера** — нижний слой атмосферы (до 16...18 км на экваторе, 10...12 км над умеренными широтами и 8...10 км над полюсами), в котором происходит большинство метеорологических процессов и сосредоточена вся наземная жизнь на планете.

**Углеводы** — обширная группа органических соединений, входящих в состав всех живых организмов. Первые известные представители этого класса веществ по составу отвечали общей формуле  $C+H_2O$ , т. е. углевод+вода (отсюда название); позднее к углеводу стали относить также многочисленные производные с иным составом, образующиеся при окислении, восстановлении или введении заместителей.

**Угодье** — общее наименование любых участков территории, сравнительно однородных или объединенных какими-то признаками (например, травяные, кустарниковые угодья), в приложении к животным приблизительно то же, что биотоп, или местообитание; участок территории или акватории, используемый людьми в хозяйственных целях (земельные, лесные, охотничьи, рыбные угодья).

**Уровень шума** — значение величины шума в децибелах (дБ).

**Условия природные** — совокупность живых организмов, тел и явлений природы, существующих помимо деятельности людей (хотя в ряде случаев преобразованных ими), влияющих на другие живые организмы, тела и явления, рассматриваемые как центральные в изучаемой системе отношений; тела и силы природы, существенные на данном уровне развития производительных сил для жизни и хозяйственной деятельности общества, но непосредственно не участвующие в материальной производственной деятельности людей.

**Фауна** — эволюционно-исторически сложившаяся совокупность всех видов животных, обитающих на данной территории (акватории); список видов животных, обитающих на данной территории (акватории — для водных животных).

**Фауна почвенная** — эволюционно сложившийся комплекс животных, постоянно обитающих в почве.

**Фитонциды** — химически активные продукты выделения растений, в подавляющем большинстве случаев газообразные, подавляющие или губительно действующие на микроорганизмы (бактерии, грибы и др.), в том числе болезнетворные.

**Фитоценоз** — сообщество растений, входящих в биоценоз.

**Флора** — эволюционно-исторически сложившаяся совокупность видов растений, обитающих на определенной территории или в составе отдельного растительного сообщества, также имеющего пространственную характеристику; список видов растений, обитающих на данной территории (акватории — для водных растений).

**Фонд земельный** — совокупность всех земель, в СССР — единый государственный земельный фонд, все земли в пределах страны, входящие (по хозяйственному значению и правовому режиму) в следующие категории: сельскохозяйственные, населенных пунктов, несельскохозяйственного назначения (промышленности, транспорта, курортов, горных разработок, заповедников и т. п.), государственного лесного фонда, водного фонда и земель государственного запаса.

**Хищник** — животное или растение, ловящее и поедающее животных как объект питания; животное, питающееся представителями близких систематически видов (групп), например окунь, щука, судак являются хищниками, так как поедают других рыб, а карась и плотва — не хищники, хотя и питаются некоторыми животными — безпозвоночными.

**Хищник второго порядка** — хищник, нападающий на более слабых хищников.

**Хищник первого порядка** — хищник, нападающий на «мирных» (травоядных, насекомых и т. п.) животных.

**«Хищник — жертва»** — системная взаимосвязь между хищником и жертвой, в результате которой эволюционно выигрывают оба: хищники имеют корм, популяции жертв оздоравливаются хищниками.

**Цветение воды** — массовое развитие в водоеме микроорганизмов, окраска которых отличается от цвета, характерного для водной поверхности, и поэтому придает ей зеленый, красный или иной необычный оттенок. Бурное цветение воды — обычное следствие эвтрофикации водоема.

**Цепь трофическая (цепь питания)** — ряд видов или их групп, каждое предыдущее звено в котором служит пищей следующему. В пределах трофической цепи отличают травоядность — питание организмами — продуцентами, паразитизм и хищничество.

**Циклон** — аппарат для очистки воздуха или газа от взвешенных твердых частиц. Представляет собой цилиндрический резервуар с конусом внизу. Поступая в цилиндр, неочищенный воздух или газ закручивается, под действием центробежных сил пыль отбрасывается к стенкам цилиндра и падает в конус. Очищенный воздух или газ отсасывается через отверстие в верхней части цилиндра.

**Циклон групповой (батареиный)** — аппарат для отделения твердых частиц от транспортируемых их газов или воздуха. Состоит из нескольких десятков параллельно соединенных циклонов небольшого диаметра (100...250 мм). Под влиянием центробежных сил твердые частицы отделяются от движущихся по спирали газов или воздуха и выпадают в нижней части батарейного циклона (в бункере, из которого их удаляют).

**Шум** — одна из форм физического (волнового) загрязнения, адаптация к которой невозможна; сильный шум (более 90 децибел) приводит к болезням нервно-психического стресса и ухудшению слуха вплоть до полной глухоты. Очень сильный шум (свыше 110 децибел) вызывает резонанс клеточных структур протоплазмы, ведущий к шумовому «опьянению», а затем и разрушению тканей.

**Эвтрофирование (эвтрофикация, эвтрофия) вод** — повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под действием антропогенных или естественных (природных) факторов; антропогенное — повышение биологической продуктивности водных экосистем в результате обогащения их питатель-

ными веществами, поступающими в результате человеческой деятельности.

**Эвфотическая зона** — верхняя, хорошо освещаемая Солнцем зона.

**Экология** — часть биологии, изучающая отношения организма (особи, популяции, биоценоза и т. п.) и окружающей среды; включает экологию особей (аутэкология), популяций (популяционная экология); дисциплина, изучающая общие законы функционирования экосистем различного иерархического уровня; комплексная наука, исследующая среду обитания живых существ (включая человека); область знания, рассматривающая совокупность предметов и явлений с точки зрения объекта (как правило, живого или с участием живого), принимаемого за центральный в этой совокупности.

**Экология общая** — отрасль науки об общих закономерностях взаимоотношений организмов и среды, характерных как для растений, так и для животных (включая человека как биологическое существо).

**Экологическая система** — любое сообщество живых существ и его среда обитания, объединенные в единое функциональное целое из-за взаимозависимости и причинно-следственных связей, существующих между отдельными экологическими компонентами. Выделяют микроэкосистемы (например, ствол гниющего дерева и т. п.), мезоэкосистемы (лес, пруд и т. п.) и макроэкосистемы (океан, континент и т. п.); синоним биогеоценоза; информационно-саморазвивающаяся, термодинамически открытая совокупность биотических экологических компонентов и источников вещества и энергии, единство и функциональная связь которых в пределах характерного для определения участка биосферы времени и пространства обеспечивают превышение на этом участке внутренних закономерных перемещений веществ, энергии и информации над внешним обменом (в том числе между соседними аналогичными совокупностями) и на основе этого неопределенно долгую саморегуляцию и развитие целого под управляющим воздействием составных частей.

**Экосфера** — совокупность свойств Земли, создающих на ней условия для развития жизни (биотоп биосферы). Пространственно включает тропосферу, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы, свойства которых обусловлены остальными сферами планеты, включая ее ядро, а также воздействиями Солнца и других планет; синоним биосферы.

**Эоценовый период** — период кайнозойской эры. Название означает «заря нового». Эоцен закончился примерно 40..45 млн. лет назад.

**Эпоха** — промежуток времени на шкале геологического летоисчисления. Несколько эпох образуют период.

**Эра** — крупнейший промежуток времени на шкале геологического летоисчисления. Всю историю существования Земли делят обычно на пять эр: азойская, протерозойская, палеозойская, мезозойская и кайнозойская.

**Эрозия** — разрушение горных пород, почвы или любых других образований с изменением свойств и целостности их поверхностей, обычно сопровождающееся переносом частиц с одного места на другое. Причинами эрозии служат главным образом ветер (ветровая эрозия, дефляция), вода (водная эрозия), загрознания среды (химические и физические), влияние биологических агентов (вытаптывание и т. п.).

**Эффект тепличный (парниковый)** — увеличение температуры и влажности, связанное с тем, что прозрачное покрытие (стекло, полиэтилен и т. п.) пропускает солнечные лучи, но непроницаемо для длинноволновых тепловых излучений и водяных паров, в результате в замкнутом пространстве теплицы или парника наблюдается увеличение температуры и влажности; предполагаемое постепенное потепление климата на планете в результате накопления в атмосфере антропогенного углекислого газа, который, так же, как и пленка, пропуская солнечные лучи, препятствует длинноволновому тепловому излучению с поверхности Земли.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маркс К., Энгельс Ф. Диалектика природы. Соч.—2-е изд.—Т. 20.—С. 486—499.
2. Маркс К. Капитал // Маркс К., Энгельс Ф. Соч.—2-е изд.—Т. 25. ч. 2.—С. 337.
3. Ленин В. И. Развитие капитализма в России // Полн. собр. соч.—Т. 3.—С. 455—609.
4. Аксельрод А. Ю. Кислород в нашей жизни.—М.: Знание, 1977.—112 с.
5. Аренс В. Ж. Геотехнологические методы добычи минерального сырья // Проблемы геотехнологии: Тр. ГИХСа.—М.: 1982.—Вып. 59.—С. 23—41.
6. Бертокс П., Радд Д. Стратегия защиты окружающей среды от загрязнений.—М.: Мир, 1980.—608 с.
7. Братченко Б. Ф. Энергия угля.—М.: Недра, 1981.—48 с.
8. Воронцов А. И., Харитонова Н. З. Охрана природы.—М.: Высш. шк., 1977.—408 с.
9. Добыча урана методом подземного выщелачивания / Под ред. В. А. Мамилова.—М.: Атомиздат, 1980.—248 с.
10. Запасы углей стран мира / Н. Г. Железнова, Ю. Я. Кузнецов, А. К. Матвеев и др.—М.: Недра, 1983.—167 с.
11. Инструкция по проектированию, строительству и эксплуатации гидротехнических сооружений на подрабатываемых горными работами территориях.—М.: Стройиздат, 1981.—31 с.
12. Капица П. Л. Эксперимент, теория, практика.—М.: Наука, 1981.—С. 421—430.
13. Круговорот веществ / БСЭ.—3-е изд., 1973.—Т. 13.—С. 488.
14. Кульский Л. А. Вода, ее использование в настоящем и будущем.—К.: Знание, 1977.—48 с.
15. Меркулов В. А. Охрана природы на угольных шахтах.—М.: Недра, 1981.—184 с.
16. Монгайт И. Л. и др. Очистка шахтных вод.—М.: Недра, 1978.—174 с.
17. Мосинец В. Н., Грязнов М. В. Горные работы и окружающая среда.—М.: Недра, 1978.—192 с.
18. Об охране окружающей среды: Сб. документов партии и правительства 1917—1981 гг.—М.: Политиздат,—1981.—288 с.
19. Основные технические направления развития угольной промышленности капиталистических стран Западной Европы: Обзор.—М.: ЦНИИУголь, 1979.—33 с.
20. Охрана природы // БСЭ, 3-е изд., 1975.—Т. 19.—С. 39.
21. Очкин А. В., Фадеев Г. Н. Химия защищает природу.—М.: Просвещение, 1984.—158 с.
22. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт.—М.: Недра, 1976.—304 с.

23. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях.— М.: Недра, 1981.— 288 с.
24. Реймерс Н. Ф. Азбука природы. Микрэнциклопедия биосферы.— М.: Знание, 1980.— 208 с.
25. Реймерс Н. Ф., Яблоков А. В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы.— М.: Наука, 1982.— 144 с.
26. Руководство по охране окружающей среды в районной планировке.— М.: Стройиздат, 1980.— 112 с.
27. СН 245—71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий.— М.: Стройиздат, 1972.— 98 с.
28. СНиП II—8—78. Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования. Глава 8. Здания и сооружения на подрабатываемых территориях.— М.: Стройиздат, 1979.— 24 с.
29. Тимирязев К. А. Жизнь растения.— М.: Изд-во АН СССР, 1962.— 282 с.
30. Угледобыча и окружающая среда / Н. Н. Круглицкий, Н. Г. Ткаченко, В. М. Кириленко и др.— К.: Вища шк., 1985.— 150 с.
31. Улубеков А. Т. Богатства взнеземных ресурсов.— М.: Знание, 1984.— 256 с.
32. Эффективность капитальных вложений: Сб. утвержденных методик.— М.: Экономика, 1983.— 128 с.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>Раздел первый. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ . . . . .</b>	<b>7</b>
Глава 1. Проблема охраны окружающей среды . . . . .	7
§ 1. Характеристика и основные аспекты проблемы охраны окружающей среды . . . . .	7
§ 2. Задачи в области охраны окружающей среды . . . . .	10
Глава 2. Основы законодательства СССР об охране окружающей среды . . . . .	14
§ 1. Общие сведения . . . . .	14
§ 2. Основные законы и нормативные документы по охране окружающей среды . . . . .	15
§ 3. Надзор за охраной окружающей среды в СССР . . . . .	25
§ 4. Ответственность за нарушение законов об охране окружающей среды . . . . .	30
Глава 3. Научные основы и способы охраны окружающей среды . . . . .	32
§ 1. Общие сведения о развитии природы . . . . .	32
§ 2. Физические условия, необходимые для жизни людей . . . . .	40
§ 3. Основы учения о биосфере Земли . . . . .	44
§ 4. Значение охраны и восстановления биосферы . . . . .	56
§ 5. Охрана атмосферы . . . . .	64
§ 6. Охрана гидросферы . . . . .	69
§ 7. Охрана недр . . . . .	75
§ 8. Охрана почв, растительного и животного мира . . . . .	85
§ 9. Заповедники и памятники природы . . . . .	95
<b>Раздел второй. СПЕЦИАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ . . . . .</b>	<b>99</b>
Глава 4. Охрана окружающей среды при открытом способе разработки месторождений полезных ископаемых . . . . .	99
§ 1. Влияние на окружающую среду открытых горных работ . . . . .	101
§ 2. Пути и способы ограничения ущерба, наносимого окружающей среде при открытых горных работах . . . . .	102
§ 3. Рекультивация земель при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом . . . . .	103
Глава 5. Влияние на окружающую среду подземной разработки месторождений полезных ископаемых . . . . .	108

§ 1. Уменьшение площади используемых земель . . . . .	112
§ 2. Деформации земной поверхности, нарушения и заболачивание земель . . . . .	115
§ 3. Изменение гидрологического режима подземных вод . . . . .	120
§ 4. Загрязнение воздушного бассейна, водоемов и почв . . . . .	121
§ 5. Влияние подземной разработки месторождений на растительность и живые организмы . . . . .	123
<b>Глава 6. Охрана окружающей среды от неблагоприятного влияния подземных горных работ . . . . .</b>	<b>125</b>
§ 1. Охрана воздушного бассейна . . . . .	125
§ 2. Охрана водных ресурсов . . . . .	132
§ 3. Охрана почвы и рекультивация земель . . . . .	149
§ 4. Охрана сооружений и природных объектов от подработки . . . . .	154
§ 5. Охрана окружающей среды при скважинной геотехнологии разработки месторождений полезных ископаемых . . . . .	165
§ 6. Сокращение потерь и комплексное использование полезных ископаемых . . . . .	179
§ 7. Комплексные проекты охраны окружающей среды . . . . .	187
§ 8. Эффективность реализации проектов охраны окружающей среды . . . . .	189
§ 9. Основные направления технического прогресса в горнодобывающей промышленности и новые способы ограничения вредного влияния горных работ на окружающую среду . . . . .	200
<b>Заключение . . . . .</b>	<b>208</b>
<b>Краткий словарь терминов . . . . .</b>	<b>211</b>
<b>Список литературы . . . . .</b>	<b>228</b>

Учебное пособие

Олег Васильевич Колоколов  
Николай Павлович Хоменко

**ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ПРИ ПОДЗЕМНОЙ РАЗРАБОТКЕ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ  
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

Редактор Т. А. Коростелева  
Художественный редактор С. В. Анненков  
Технический редактор В. М. Авдеенко  
Корректоры Л. И. Зотова, Л. М. Маленко

Информ. бланк № 9617

Сдано в набор 22.05.86. Подп. в печать 19.09.86. БП 04786.  
Формат 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>. Бумага типогр. № 3. Лит. гарн. Выс.  
печать. Усл. печ. л. 12,18. Усл. кр.-отт. 12,39. Уч.-изд. л.  
14,43. Тираж 2000 экз. Изд. № 6411. Зак. № 270. Цена  
65 к.

Головное издательство издательского объединения «Ви-  
ща школа», 252054, Киев-54, ул. Гоголевская, 7

Белоцерковская книжная фабрика, 256400, Белая Церковь,  
ул. Карла Маркса, 4.