

С.В.Дудников, М.Махмудов, С.В.Шелмаков



**Менеджер по экологической
безопасности субъекта
хозяйственной деятельности**



Менеджер по экологической безопасности субъекта хозяйственной деятельности

Учебное пособие

ДОПУЩЕНО

Департаментом профессионального обучения и развития
человеческих ресурсов Минтруда России в качестве учебного
пособия для учебных учреждений системы Минтруда России.

Под общей редакцией кандидата экономических наук А.К.Касаткина

Москва

Издательство «МАРТИТ»

2001

УДК 502.35
ББК 20.18:65.050.2

Менеджер по экологической безопасности субъекта хозяйственной деятельности.

Учебное пособие.

МАРТИТ, 2001. 137 стр. , 37 илл. , 6 табл. , 32 библ.

АННОТАЦИЯ

На основе рассмотрения общих принципов функционирования экосистем объясняются причины формирования глобального экологического кризиса, приводятся основные положения концепции устойчивого развития человеческой цивилизации, место предпринимательской деятельности в этом процессе.

При рассмотрении вопросов организации мониторинга окружающей среды представлена характеристика экологической ситуации в Московском регионе. Предлагаются новые, основанные на принципах устойчивого развития, направления снижения воздействия автотранспорта на окружающую среду. Излагаются экологические и санитарно-гигиенические принципы нормирования хозяйственной деятельности, а также существующие способы борьбы с загрязнением окружающей среды.

Приводятся требования, предъявляемые международными стандартами ИСО 14000 к организации экологического менеджмента и аудита на предприятиях, а также обосновывается необходимость применения данных стандартов в Российских условиях. Описаны возможности использования современного экологического компьютерного программного обеспечения для решения природоохранных задач на предприятии.

Для переподготовки специалистов и безработных в области менеджмента по экологической безопасности в учебных заведениях системы Минтруда России.

Рецензент:

Технический редактор Дмитриев Л.Б.

Выпущено по заказу Комитета труда и занятости Правительства Москвы

Авторы:

Дудников Сергей Валентинович, к.э.н., доц.

Махмудов Марат, к.т.н., доц.

Шелмаков Сергей Вячеславович, к.т.н., доц.

Предисловие

Материал, изложенный в учебном пособии, необходим для понимания сущности экологической безопасности субъектов хозяйственной деятельности и грамотной организации систем экологического управления. В отличие от большинства существующих пособий по экологии, данное учебное пособие имеет чётко выраженную адресную ориентацию: в нём собраны сведения, необходимые для специалистов-управленцев (менеджеров), занимающихся экологическими аспектами деятельности предприятий. Большое внимание уделяется мотивации природоохранной деятельности на предприятии: показано, что эта деятельность способствует повышению конкурентоспособности и доходности предприятия, т.е. отвечает основным целям организации. Также показано, что повышение экоэффективности бизнеса – необходимое условие, необходимое для перехода к стратегии устойчивого развития человеческого общества.

Структура учебника построена по модульному принципу. Каждый модуль это законченная, самостоятельная часть, посвященная одному из направлений деятельности менеджера по охране окружающей среды. Модули заканчиваются контрольными вопросами, что позволит специалистам и безработным, изучающим курс, проверить уровень приобретенных знаний, или проверить уровень собственных знаний, что, в свою очередь, позволит слушателю принять решение о разумном сокращении объема обучения и выбору тех модулей, которые он считает обязательным для обучения и с учетом будущего места работы. Тем не менее, последовательность расположения модулей в пособии подчинена строгой логике: от осознания экологических проблем к иерархии методов их решения.

Первый модуль посвящен рассмотрению общих принципов функционирования экосистем, позволяющих уяснить важность и актуальность экологизации хозяйственной деятельности, научиться масштабному мышлению. В нём также излагаются причины, приведшие человечество в конце XX века к экологическому кризису, и определяются основные направления выхода из этого кризиса на основе стратегии устойчивого развития. В конце модуля приводится краткая характеристика экологической обстановки в России, данная Председателем Центра экологической политики России, членом-корреспондентом Российской Академии наук А.В. Яблоковым.

Во втором модуле рассмотрены принципы организации экологического мониторинга, а также приведены сведения о состоянии окружающей среды в г. Москве, что позволяет перевести осознание проблем на локальный уровень. Кроме того сведения, содержащиеся в данном модуле, будут полезны специалистам и безработным с позиции выбора возможных мест будущего трудоустройства.

Третий модуль содержит информацию о воздействии автотранспорта на окружающую среду и об основных направлениях снижения этого

воздействия. Для Московского региона автотранспорт является самым мощным источником воздействия на окружающую среду. В настоящее время разрабатываются программы по снижению степени этого воздействия. Для грамотной реализации этих программ потребуются квалифицированные кадры, в том числе и менеджеры по экобезопасности, подготавливаемые в рамках системы профессиональной переподготовки специалистов и безработных. Поэтому в третьем модуле сделан акцент на рассмотрении управленческих мероприятий, направленных на повышение экологической безопасности автотранспортного комплекса, особенностью которых является их соответствие стратегии устойчивого развития транспорта.

В четвертом модуле, включающем основы промышленной экологии, рассмотрены вопросы организации и законодательного регулирования природоохранной деятельности, нормирования качества окружающей среды и интенсивности воздействия на неё со стороны предприятий. В этом же модуле приведены сведения о существующих методах и технологиях защиты окружающей среды от промышленных загрязнений. Особенностью современной экологической ситуации в России является некоторое уменьшение степени воздействия промышленных предприятий на окружающую среду вследствие спада производства. Однако в связи с планируемым экономическим ростом следует ожидать резкого увеличения негативного воздействия промышленности на природу и здоровье населения. Поэтому уже сейчас следует всеми имеющимися способами искать пути минимизации этого воздействия. Особенностью данного учебного пособия является то, что в данном модуле наряду с существующими методами очистки промышленных выбросов и сбросов особое внимание уделяется предупредительным методам, зачастую позволяющим достичь желаемого результата с минимальными затратами.

Содержание пятого модуля целиком посвящено международному опыту организации экологического менеджмента и аудита. В основу материала положены требования и рекомендации международных стандартов серии ИСО 14000. Здесь же приводится обоснование тех рыночных конкурентных преимуществ, которые может получить организация, внедряющая систему экологического менеджмента. Наконец, в этом модуле представлено современное видение места и роли предпринимательства в стратегии перехода к устойчивому развитию общества. Материал основан на выводах и рекомендациях, предложенных Всемирным Советом предпринимателей по устойчивому развитию, в который входят ведущие корпорации и компании мира. Несомненно, что материал этого модуля чрезвычайно актуален для современной России, где идёт формирование рыночных отношений.

Наконец, шестой модуль посвящен теме использования современной вычислительной техники и специального программного обеспечения для повышения эффективности природоохранной деятельности на предприятии. Приводятся требования, предъявляемые к природоохранному программному

обеспечению. Рассмотрены возможности и особенности работы программного комплекса «Кедр» (включая модули «Эко-расчёт», «Призма» и «Зеркало+») фирмы «Логус», одной из ведущих фирм в РФ, выпускающих программное обеспечение природоохранного назначения. Здесь подвергнуты рассмотрению возможности создания и обработки природоохранной документации в электронном виде, проведения расчётов образования и рассеяния загрязнителей в воздушной и водной среде, выполнения расчётов экологических платежей и т.п.

Представляется, что на основе данного учебного пособия слушатели курсов профессиональной переподготовки специалистов и безработных смогут получить базовые знания, необходимые для эффективной работы в области экологической безопасности субъектов хозяйственной деятельности.

Л.Б. Бухгалтер
Ген. директор Всероссийского
научно-исследовательского института
коррозии и сертификации,
д.т.н., доцент

Введение

«В мире, созданном на основе наших представлений, еще существуют проблемы, которые невозможно решить, если мыслить по-старому».

Альберт Эйнштейн

Ключевыми этапами управленческой деятельности (менеджмента) является постановка цели и определение текущего состояния объекта управления. В области экологического менеджмента для этого необходимо поставить перед собой ряд вопросов.

Какой бы Вы хотели видеть окружающую среду?

Если бы Вас попросили ее описать, Вы бы, вероятно, упомянули такие вещи, как чистая вода, чистый воздух, плодородная почва и высокопродуктивное сельское хозяйство, отсутствие опасных отходов и обширные нетронутые территории с богатым растительным и животным миром. Но более всего вы, наверное, хотите, чтобы взаимосвязь общества с окружающей средой была *устойчивой*, т.е. можно было бы с уверенностью смотреть в будущее.

Насколько действительность отличается от желаемого? Увы, ответ на этот вопрос всем очевиден. Загрязнение воздуха уже приводит к глобальному изменению климата Земли, разрушению естественных защитных оболочек атмосферы, предохраняющих все живое на планете от губительного солнечного ультрафиолетового излучения. Многие пресноводные водоемы становятся абсолютно безжизненными из-за закисления или загрязнения воды. В той или иной степени загрязнен весь Мировой океан. В результате бездумной сельскохозяйственной политики происходит быстрое опустынивание многих регионов Земли. При наличии таких процессов, ни о какой уверенности в завтрашнем дне говорить не приходится.

Китайская поговорка гласит: «Если не получаешь желаемого, измени свои действия». Способны ли мы на это? Да, если удастся изменить взгляд на проблему и глубину ее понимания, а также оценку, которую мы даем различным сторонам жизни. Наши ценности меняются по мере понимания проблем, а, поступая в соответствии с пересмотренными ценностями, мы изменяем ситуацию.

***Если не получаешь желаемого,
измени свои действия***

Исторически сложилось так, что, преследуя определенные цели (добыча пропитания, освоение ресурсов, строительство дорог и т.д.), люди ставили во главу угла данную конкретную цель. Мы просто *не думали* об экологических последствиях. По сути дела, это было бы не так плохо, если

бы масштабы народонаселения и производства были бы малы по сравнению с размерами Земли. В этом случае такие последствия можно было бы рассматривать как приемлемый компромисс.

Но, очевидно, что этот процесс в нашем небеспредельном мире не может продолжаться бесконечно. По мере роста народонаселения и масштабов производства экологические последствия становились все более серьезными, а природные пространства сокращались.

В 1960-х годах общество начало ощущать угрозу глобального загрязнения окружающей природной среды (ОПС). Мы осознали, что компромисс становится неприемлемым. Произошла переоценка ценностей, были приняты ряд законов, направленных на ограничение загрязнения воздуха, воды и почвы, появилось множество организаций по охране ОПС - как государственных, так и общественных. Поэтому период 60 - 70-х годов часто называют эрой природоохранного движения [1].

И хотя не все проблемы были решены, да и общественный интерес к этим вопросам значительно снизился, но, тем не менее "процесс пошел".

Сейчас, в начале XXI столетия, возникли новые проблемы. Численность человечества по сравнению с 1965 г. более чем удвоилась. Если в 60 - 70-е гг. появились только первые прогнозы относительно кислотных дождей, разрушения озонового экрана, глобального потепления, то сейчас для всех стало очевидно, что все жизненно важные ресурсы приблизились к пределу их возможного использования.

Тем не менее, существует определенная надежда на то, что природоохранное движение начала XXI века может привести к быстрым и глубоким переменам, т.к. подготовительная работа уже проделана. Неустойчивое сейчас, развитие человечества может стать устойчивым.

Концепция устойчивого развития человеческого общества очень проста. Она заключается в удовлетворении потребностей и стремлений сегодняшнего поколения людей без лишения грядущих поколений возможности решать свои проблемы.

Концепция устойчивого развития человеческого общества заключается в удовлетворении потребностей и стремлений сегодняшнего поколения людей без лишения грядущих поколений возможности решать свои проблемы.

К счастью мы располагаем необходимой для такого перехода информацией. В середине XIX в. ученые начали изучать и открывать принципы взаимоотношений растений и животных между собой и ОПС. В середине XX столетия стало общепризнанным, что экологические законы относятся не только к дикой природе, но и к человечеству, причем в глобальном масштабе.

Современная экология оформилась в широкую комплексную отрасль исследований и содействует развитию новых естественных, технических и общественных наук (рис. 1) [2]. Экология стимулирует междисциплинарность научной деятельности, ориентирует все науки на решение своеобразной "сверхзадачи" - поиска гармонии человека и природы.



Рис. 1. Структура современной экологии

Экология, как любая естественная наука, позволяет лучше понять объективный мир. При этом мы используем знания для достижения конкретных целей. Но наука не может указать, к каким целям стремиться. Такого рода решения определяются *ценностным подходом*, т.е. моральными, религиозными, этическими и эмоциональными сторонами нашей жизни. Формирование экологического ценностного подхода – задача крайне непростая, поскольку требует пересмотра сложившейся антропоцентристской философии и

Наука не может указать, к каким целям стремиться. Такого рода решения определяются ценностным подходом.

отказа от многих привычных стереотипов. Огромную роль здесь играет экологическое образование всех слоёв населения на протяжении всей жизни. Здесь не существует мелочей, недаром один из основных принципов охраны природы гласит: «Думай глобально – действуй локально».

Считается, что эволюция биосферы Земли проходила в несколько этапов. Первый характеризовался возникновением биологического круговорота веществ и биосферы; второй сопровождался формированием различных многоклеточных организмов и усложнением форм жизни. Эти два этапа называют **биогенезом**. Третий этап – **ноогенез** – эволюция, управляемая человеческим разумом, связан с появлением человеческого общества. Соответственно происходит постепенное превращение биосферы в **ноосферу**.

В.И.Вернадский считал, что ноосфера - это новое геологическое явление на Земле. В ней впервые человек становится мощной геологической силой. Но мыслить и действовать человек, как и все живое, может только в области распространения жизни, т. е. в биосфере, с которой он неразрывно связан и из которой не может уйти [3]. Из этого следует, что биосфера – это единственная система, обеспечивающая устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях. Нет никаких оснований надеяться на построение искусственных сообществ, обеспечивающих стабилизацию окружающей среды в той же степени, что и естественные сообщества [4]. Из этого следует, что конечная цель так называемой охраны природы – это сохранение биосферы как естественного и единственного места обитания человеческого общества.

***Цель охраны природы –
сохранение биосферы
как естественного и
единственного места
обитания человеческого
общества.***

Принцип устойчивого развития находится в центре глобальных экономических, технологических, социальных, политических и культурных преобразований, которые сдвигают границы между возможным и желаемым.

Для бизнеса это означает глубокие изменения целей и представлений, влияющих на совместную предпринимательскую деятельность, изменения в повседневной работе и методах. Стабильное экономическое развитие зависит сейчас от коренных перемен в характере взаимодействия бизнеса и экологии. Этого можно добиться, только порвав с потребительским отношением к бизнесу, при котором игнорируются интересы окружающей среды и человека [5].

Реформирование предпринимательской деятельности с тем, чтобы направить ее одновременно по пути экономического развития и охраны окружающей среды, — задача крайне сложная, но мы начинаем не с нуля. Предприниматели доказали свою способность осуществлять кардинальные перемены в планировании и проведении «революционных изменений качества», практически на каждом предприятии мира, в любой отрасли

промышленности. Эта недавняя революция продемонстрировала способность деловых людей совместно двигаться к таким, казалось бы, непопулярным целям, как повышение качества при снижении стоимости.

Устаревшее, но все еще распространенное мнение о взаимоотношениях между бизнесом и экологией основывается на том, что охрана окружающей среды и деятельность, связанная с получением прибыли, противоположны по своей природе. Считается, что улучшение экологической обстановки приводит к снижению доходов предпринимателей и повышению потребительских цен, в то время как доходность ассоциируется с необходимостью беспощадной эксплуатации и разрушения природных ресурсов.

Другими словами, часто полагают, что мы можем иметь или здоровую окружающую среду, или процветающий бизнес, и что мудрая политика основывается на компромиссах, принимаемых с целью сохранения баланса между двумя несовместимыми понятиями. Поэтому неудивительно, что реакция бизнеса на требование соблюдать экологические нормы часто была негативной, а выполнение этих требований не было добровольным, так как в значительной степени утверждалось с помощью применения законов, административного контроля и давления со стороны потребителей. В общем, в течение последних 20 лет предприниматели были излишне осторожными и консервативными в подходе к решению этих проблем, недооценивая возможности позитивных изменений.

Для достижения устойчивого развития необходима переориентация предпринимательской деятельности в сторону стабильной окружающей среды и процветающей экономики одновременно. Это означает, что экология и экономика взаимосвязаны и не исключают, а дополняют друг друга на пути улучшения качества жизни в мировом масштабе.

Все большее число предпринимателей убеждается, что наиболее разумный путь обеспечения будущего процветания корпораций — это включение принципов устойчивого развития во все виды предпринимательской деятельности с целью:

- осознания того, что без достижения экологической устойчивости не может быть долговременного экономического роста;
- подтверждения, что товары, услуги и производственные процессы должны отвечать принципам устойчивого развития;
- поддержки доверительных отношений с общественностью, без которых предпринимательская деятельность невозможна;

Экология и экономика взаимосвязаны и не исключают, а дополняют друг друга на пути улучшения качества жизни в мировом масштабе.

- проведения открытого диалога с акционерами, что поможет определить проблемы, увидеть новые возможности и, используя влияние акционеров, поднять авторитет компании;
- поощрения работников (помимо заработной платы), что будет способствовать развитию производства и росту производительности труда;
- сохранения свободы предпринимательской деятельности с помощью добровольных мер, не прибегая к ограничениям.

С точки зрения устойчивого развития природоохранная работа связана не только с издержками предпринимательской деятельности, но, в большей степени, с получением преимуществ в конкурентной борьбе. Предприятия, взявшие на вооружение эту концепцию, эффективно используют более совершенные производственные процессы, повышают производительность, снижают затраты на выполнение экологических требований и наилучшим образом используют возможности рынка. Такие предприятия всегда будут обладать преимуществом над своими конкурентами, не использующими новые подходы. Компании, не сумевшие перестроиться, не могут рассчитывать на успех.

Природоохранная работа связана не только с издержками предпринимательской деятельности, но, в большей степени, с получением преимуществ в конкурентной борьбе.

В конечном итоге, достижение устойчивого развития зависит от характера повседневной деятельности миллионов людей и оно будет достигнуто, если люди будут стремиться к этому. Время действовать уже наступило.

- 1 Небел Б. Наука об окружающей среде: как устроен мир: В 2-х т. Пер. с англ. - М.: Мир, 1993.
- 2 Суравегина И.Т., Сенкевич В.М. Как учить экологии: Кн. Для учителя. – М.: Просвещение, 1995. – 96 с.: ил.
- 3 Вернадский В.И. Размышления натуралиста. М.: Наука, 1977.
- 4 Горшков В.Г. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды// Итоги науки и техники. Серия «Теоретические и общие вопросы географии». М.: ВИНТИ, 1990, т. 7. 338 с.
- 5 Шмидхейни С., Зораквин Ф. Финансирование перемен./ Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Ноосфера", 1998. - 198 с.

МОДУЛЬ 1. Основы экологии и охраны окружающей среды

Жизнь животных и растений – невероятно сложная проблема, и мы никогда не сможем до конца осознать, насколько широко расходятся круги по глади океана органической жизни от брошенного нами мельчайшего камешка.

Джорж Перкинс Марш

*Природа – сфинкс. И тем она верней
Своим искусом губит человека,
Что, может стать, никакой от века
Загадки нет и не было у ней?*

Федор Тютчев

Впервые термин "Экология" (от греч. oikos - дом и logos - наука) применил для обозначения этой отрасли биологии Эрнст Геккель в 1866 г.

Экология - это наука о динамической совокупности отношений растительных и животных организмов (их сообществ) между собой и окружающей их средой.

Экология - это наука о динамической совокупности отношений растительных и животных организмов между собой и окружающей их средой

В середине нашего столетия стало общепризнанным, что экологические законы относятся не только к дикой природе, но и к человечеству, причем в глобальном масштабе. Понимание этих законов позволит не только осознать важность природоохранной деятельности, но и позволит лучше уяснить цель, к которой следует стремиться при формировании модели хозяйственной деятельности человека. Нет ничего более совершенного, чем живая природа. По мере накопления научных данных о строении и функционировании живых организмов, об их взаимодействиях друг с другом и с окружающей средой, это совершенство всё больше и больше потрясает исследователей. Человек должен изучать и использовать эту мудрость с величайшим благоговением, стараясь не «покорять» природу, а становиться гармоничной её частью, следуя всем законам бытия.

Природа не только более сложна, чем мы о ней думаем, она гораздо сложнее, чем мы можем себе это представить.

Структура экосистем и биосферы

Биосферой называют область распространения жизни на Земле. Живые организмы, среди которых и мы с вами, наиболее плотно заселяют тонкий слой, где встречаются и взаимодействуют воздух, вода и земля.

Сам термин «биосфера» предложил австрийский геолог Э. Зюсс в связи с изучением геологических оболочек Земли. Однако он не развил представлений о биосфере и не дал термину определения. Создал учение о биосфере русский ученый-геохимик академик Владимир Иванович Вернадский. Его книга «Биосфера», в которой излагались основы учения о биосфере, была опубликована в 1926 г. В.И.Вернадский назвал биосферой ту оболочку Земли, в формировании которой живые организмы играли в прошлом и играют в настоящее время основную роль.

Биосфера – область распространения жизни на Земле.

Протяженность зоны биосферы в пределах трех оболочек Земли – литосферы, гидросферы и атмосферы неодинаковая. Так, в литосфере область биосферы не опускается ниже 3 – 4 км. Наибольшая плотность живого вещества в литосфере отмечается в поверхностном слое земной коры – в почве. Живые организмы населяют всю толщу Мирового океана вплоть до максимальных его глубин; однако наибольшее их количество приходится на поверхностные слои и побережье. В атмосфере область биосферы охватывает лишь ее нижний слой – тропосферу. Физическим пределом распространения жизни в атмосфере является нижняя граница озонового слоя, т.е. около 15 км. Таким образом, наибольшая концентрация живого вещества отмечается в зонах контакта и активного взаимодействия всех трех оболочек Земли [1].

В.И.Вернадский отмечал, что вещество биосферы состоит из 7 глубоко разнородных частей, геологически не случайных (рис. 1.1):

- живое вещество,
- биогенное вещество,
- косное вещество,
- биокосное вещество,
- вещество в радиоактивном распаде,
- вещество рассеянных атомов,
- вещество космического происхождения.

Так биогенное вещество (уголь, битумы, нефть, известняки и др.) – созданы жизнью и являются источником чрезвычайно мощной потенциальной энергии. Косное вещество – образовано процессами, в которых живое вещество не принимало участие; биокосное вещество – образовано одновременно косными процессами и живыми организмами (кора выветривания, почвы, иловые отложения), причем они представляют значительную биогеохимическую энергию в биосфере.

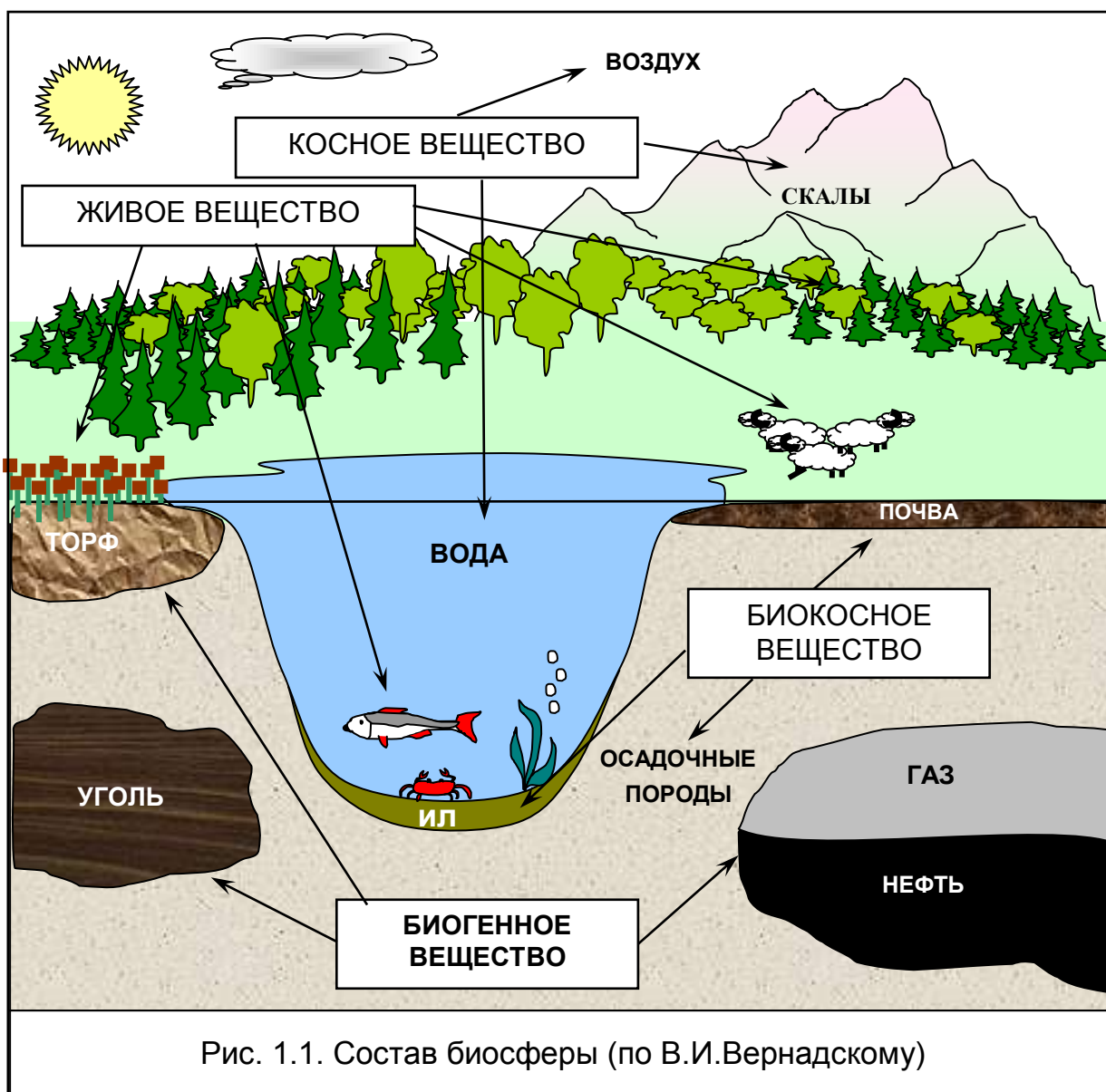


Рис. 1.1. Состав биосферы (по В.И.Вернадскому)

Основным стержнем в учении о биосфере является концепция живого вещества. Специфика живого вещества, как уникального явления планеты, заключается в следующем:

- Живое вещество биосферы характеризуется заключенной в нем огромной энергией, способной производить работу.
- Скорость протекания химических реакций в живом веществе благодаря участию ферментов, в тысячи, а иногда в миллионы раз быстрее, чем при производстве веществ чисто химическими методами.
- Индивидуальные химические соединения, входящие в состав живого вещества (белки, нуклеиновые кислоты и др.), устойчивы только в живых организмах.
- Живому веществу присуща подвижность. В.И.Вернадский выделил две специфические формы движения живого вещества: а) пассивную, которая создается ростом организмов и их

размножением и присуща всем живым организмам независимо от их систематического положения; б) активную, которая осуществляется за счет направленного перемещения организмов (она характерна для животных, в значительно меньшей степени – для бактерий и протист). Благодаря разным формам движения живое вещество способно заполнить собой все возможное пространство. Этот процесс был назван В.И.Вернадским *давлением жизни*.

- Живое вещество имеет значительно большее морфологическое и химическое разнообразие, чем неживое. Так, морфологическое различие между бактерией и слоном намного больше, чем между любыми самыми контрастными представителями неживого вещества. Известно свыше 2 млн. органических веществ, входящих в состав живого вещества, в то время как количество природных соединений (минералов) составляет всего около 2 тыс.
- Живое вещество представлено в биосфере в виде дисперсных тел – индивидуальных организмов, размеры которых колеблются в пределах от 20 нм у наиболее мелких вирусов до 100 м у растений (диапазон больше 10^9).
- Живое вещество существует на Земле в форме непрерывного чередования поколений, что способствует его обновлению.
- Характерным для живого вещества является способность к эволюционному процессу, благодаря которому происходит его приспособление к изменению условий существования.
- Живое вещество, в отличие от неживого, постоянно производит работу. На Земле нет более активного и мощного в геологическом отношении вещества, чем живое. При его участии образуется биогенное, а также биокосное вещество биосферы. Понятно, что для осуществления подобной работы организмы должны обладать огромной энергией и биомассой. Так, биомассу всех обитателей океана оценивают величиной $(1,0...3,2) \cdot 10^9$ т, а биомассу наземных организмов – $(1,8...4,4) \cdot 10^{12}$ т.

Живое вещество рассматривается как особое проявление термодинамических, физических и химических условий планеты, способное организовывать их таким образом, чтобы иметь максимальную во времени и пространстве устойчивость своей структуры. Иначе говоря, биосфера – это геологическая земная оболочка, не только охваченная жизнью, но и структурно ею организованная [2]. Организованность означает, что биосфера не хаос разрозненных составляющих, а некоторое единое и связанное целое. Управляющую роль в этой организации выполняет живое вещество.

Биосфера – это геологическая земная оболочка, не только охваченная жизнью, но и структурно ею организованная.

Различают пять главных биогеохимических функций живого вещества на Земле:

1. **Энергетическая функция** проявляется в усвоении живым веществом солнечной энергии и передаче ее по трофическим цепям.
2. Осуществление предыдущей функции сопровождается трансформацией газов в биосфере, т.е. выделением и поглощением кислорода, углекислого газа, метана, сероводорода и других соединений. Благодаря **газовой функции** сформировался современный состав атмосферы, сильно отличающийся от такового в добиосферный период.
3. **Концентрационная функция** проявляется в извлечении и избирательном накоплении живыми организмами химических элементов окружающей среды. В результате концентрационной деятельности организмов произошло накопление залежей полезных ископаемых. Известняк, туф, торф, каменный уголь и др. – это концентрат кальциевых и углеродистых соединений в телах отмерших живых организмов. Ежегодно растительный покров нашей планеты концентрирует количества минерального вещества, для большинства элементов сопоставимые с их запасами в литосфере, которые накоплены за миллионы лет геологической истории Земли.
4. **Окислительно-восстановительная функция** заключается в химическом превращении веществ, содержащих атомы с переменной степенью окисления. Окислительно-восстановительные реакции лежат в основе любого вида биологического метаболизма. В одних процессах преобладают одни, в других – иные реакции, однако, обе они уравниваются в биосферном масштабе.
5. **Деструктивная функция** обуславливает процессы разложения организмов после их смерти. В результате осуществления этой функции происходит разрушение отмершего органического вещества до минеральных соединений, которые через автотрофное звено вновь вовлекаются в биологический круговорот.

Все живые существа зависят от целостности биосферы. Как клетки представляют собой функциональные единицы организмов, так и экосистемы - это функциональные единицы биосферы. Поэтому наша задача в данной главе - разобраться в том, что они собой представляют и как различные условия определяют их существование, работу и изменения.

На протяжении данной главы нам часто будет встречаться слово **вид**. Им обозначают определенные категории растений, животных и микробов. Наиболее четким (но не единственным) критерием вида служит способность к взаимному скрещиванию составляющих его особей. При этом они дают потомство того же вида.

Экосистему можно определить как совокупность различных видов растений, животных и микробов, взаимодействующих друг с другом и с

окружающей их средой таким образом, что вся эта совокупность может сохраняться неопределенно долгое время.

Каждая экосистема характеризуется особым растительным сообществом (тайга, лиственные леса, степи, тропические леса и т.д.). Для каждого такого сообщества характерен особый набор животных. Наконец, с любой экосистемой связан характерный для нее набор микробов (в основном бактерий и грибов).

Очень крупные наземные экосистемы, типа перечисленных выше, называются **биомами**. Каждый биом включает в себя целый ряд меньших по размерам, связанных друг с другом экосистем. Выделение в ландшафте различных экосистем производится достаточно произвольно. Четкие границы между ними встречаются редко. Экосистемы не изолированы друг от друга. Множество видов растений и животных можно встретить в различных экосистемах, а некоторые, например перелетные птицы, в зависимости от времени года мигрируют между экосистемами.

Люди вместе со своими культурными растениями и домашними животными образуют **экосистему человека**.

В каждой экосистеме два основных компонента: организмы с одной и факторы неживой природы с другой стороны. Вся совокупность организмов - **биота** (от лат. *bio* - жизнь), неживые факторы - **абиотические**.

***Всё в природе
взаимосвязано, и мы
живём в ней все
вместе.***

Биотическая структура экосистем

Несмотря на громадное разнообразие экосистем, всем им, по мнению экологов, свойственна примерно одинаковая биотическая структура. Другими словами, все они включают одни и те же основные категории организмов, взаимодействующих друг с другом стереотипным образом. Эти категории следующие:

- *продуценты,*
- *консументы,*
- *детритофаги,*
- *редуценты.*

Продуценты - это в основном зеленые растения, осуществляющие фотосинтез, т.е. процесс превращения воды и двуокиси углерода в сахара с выделением в качестве побочного продукта кислорода, для чего необходима световая энергия. Глюкоза образуется по следующему механизму:



Свет - это кинетическая энергия. Процесс фотосинтеза включает ее поглощение, превращение и запасание в виде потенциальной энергии молекул глюкозы. При этом КПД превращения световой энергии в химическую составляет у растений лишь 1 - 5%.

Из сахаров и минеральных элементов питания (*биогенов**), получаемых из почвы или воды, растения синтезируют все сложные вещества, входящие в состав их организма.

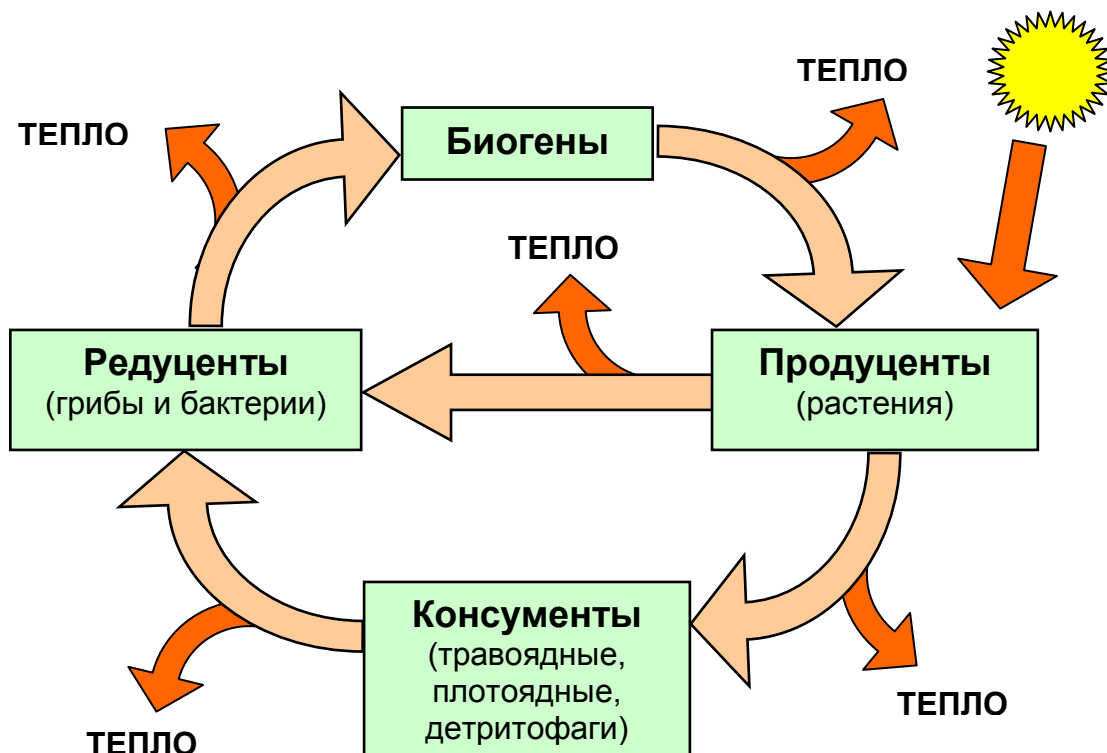


Рис. 1.2. Структура экосистем

Однако не все растения – продуценты: грибы и даже некоторые цветковые виды (например, подбельник) не содержат хлорофилла и не способны к фотосинтезу. Как и животные, они питаются органикой.

Все животные и другие организмы-непродуценты питаются органическим веществом, используя его как источник энергии и материал для формирования своего тела. Эта группа организмов носит название **консументов**.

Процесс расщепления органических молекул с выделением энергии называется **клеточным дыханием**. В целом он противоположен фотосинтезу:



* Из 96 существующих в природе элементов, в организмах обнаружено только около 20. Наиболее важны из них углерод (С), водород (Н), азот (N), кислород (O), сера (S) и фосфор (P). Акроним для запоминания: **N.CHOPS**.

Энергия, высвобождаемая при клеточном дыхании, позволяет каждой клетке мышц, нервов, печени и т.д. осуществлять свои специфические функции.

Мертвые растительные или животные остатки, например трупы животных или опавшие листья, называются **детритом**. Существует множество специализированных на питании им организмов; такие консументы называются **детритофагами**.

Наконец, значительная часть детрита в экосистеме, в частности валежная древесина, в своем исходном виде не поедается животными, а гниет и разлагается в процессе питания грибов и бактерий. Эта специфическая часть детритофагов называется **редуцентами**. Их экологическая роль заключается в окончательном разложении органических остатков на минеральные составляющие, которые, таким образом, вновь становятся доступными продуцентам (рис. 1.2).

В результате взаимодействия всех категорий организмов в экосистеме поддерживается замкнутый круговорот всех биогенов, обеспечиваемый непрерывным однонаправленным потоком энергии, идущим от Солнца и проходящим через продуцентов, консументов и редуцентов и возвращающимся назад в окружающую среду в виде рассеянного тепла.

В результате взаимодействия всех категорий организмов в экосистеме поддерживается замкнутый круговорот всех биогенов, обеспечиваемый непрерывным однонаправленным потоком энергии.

Взаимоотношения организмов в экосистеме

При изучении биотической структуры экосистем становится очевидным, что к числу важнейших взаимоотношений между организмами относятся **пищевые**. Можно проследить бесчисленные пути движения вещества в экосистеме, при котором один организм поедается другим, тот - третьим и т.д. Ряд таких звеньев называется **пищевой цепью**. Практически все пищевые цепи соединены между собой и образуют сложную **пищевую сеть**. Несмотря на многообразие и сложность пищевых сетей, все они соответствуют простой общей схеме. Различные уровни этой схемы называют **трофическими** (пищевыми). Все продуценты относятся к первому трофическому уровню, все травоядные консументы и детритофаги - ко второму, плотоядные - к третьему и т.д.

Сколько же бывает трофических уровней? Обычно в экосистемах их насчитывают не более трех-четырех. Такой вывод вытекает из простых наблюдений. Общую массу организмов (их *биомассу*) на каждом трофическом уровне можно измерить путем сбора (или отлова) и последующего взвешивания соответствующих выборок животных и растений. Доказано, что на каждом трофическом уровне биомасса на 90 - 99% меньше, чем на предыдущем. Очевидно, существование большого числа трофических уровней невозможно из-за быстрого приближения биомассы к

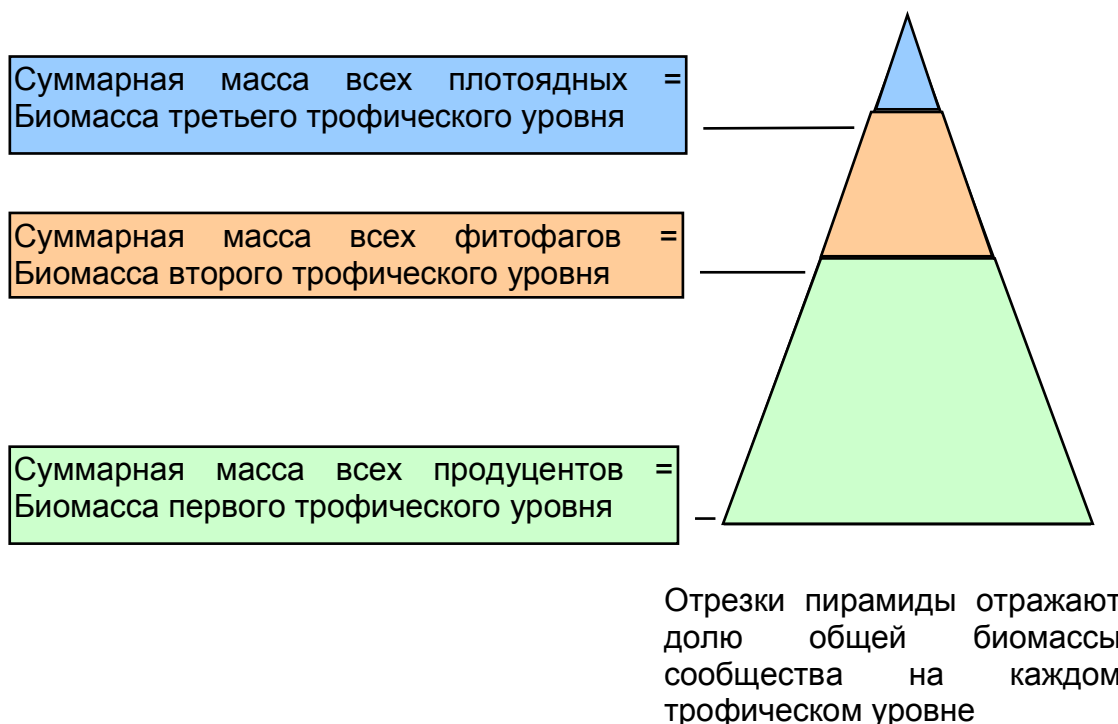


Рис. 1.3. Типичная пирамида биомасс наземной экосистемы.

нулю. Графически это можно представить в виде пирамиды биомасс (рис. 1.3).

Причина резкого снижения биомассы при повышении трофического уровня заключается главным образом в том, что большая часть потребляемой пищи используется для получения энергии, а на формирование тел консументов ее идет относительно мало.

Существует немало случаев, когда виды вступают во взаимовыгодные отношения. Этот феномен носит названия **мутуализма**. Классическим примером служат лишайники. Они образованы двумя организмами - грибом и водорослью. Гриб обеспечивает водоросли защиту, позволяя ей выживать в сухих местообитаниях, а водоросль как продуцент снабжает гриб питанием. Другой пример - взаимоотношения между цветками и насекомыми. Подобные взаимоотношения часто называют **симбиотическими**.

Другим видом непищевых взаимоотношений между организмами являются конкурентные взаимоотношения. **Конкуренция** между растениями различного типа может существенным образом отражаться на характере экосистемы. Однако животные в природной экосистеме, если и конкурируют друг с другом непосредственно, то редко. Конкуренция сводится к минимуму за счет того, что разные виды животных адаптированы к питанию неодинаковой пищей, в разных местах и/или в разное время.

Итак, теперь должно быть ясно, что ни один организм не существует вне связи с другими. Каждый может жить, только взаимодействуя с окружающими в рамках экосистемы.

Ни один организм не существует вне связи с другими. Каждый может жить, только взаимодействуя с окружающими в рамках экосистемы.

Абиотические факторы

Как уже говорилось, организмы - лишь одна составляющая экосистемы; вторая - окружающая их среда. Химические и физические факторы среды называют **абиотическими**. К ним относятся свет, температура, вода, ветер, химические биогены, рН (кислотность), уровень радиоактивного излучения, соленость, огонь и т.д. Все эти факторы действуют одновременно. Степень присутствия или отсутствия каждого из

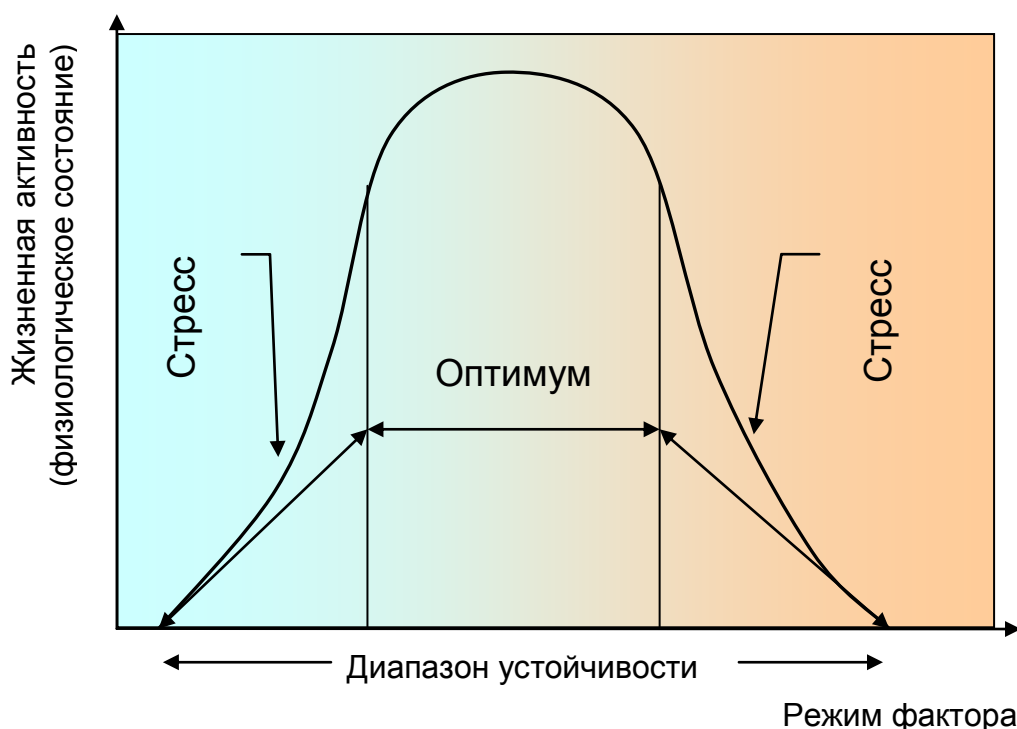


Рис. 1.4. Воздействие экологического фактора на организм

них существенно отражается на жизнеспособности организмов, но неодинаково в случае разных видов (рис. 1.4).

Такие закономерности проявляются для всех организмов. Таким образом, для каждого вида живых организмов существуют оптимум, стрессовые зоны и пределы устойчивости в отношении каждого экологического фактора. Совокупность оптимальных значений всех экологических факторов называется *экологической нишей* данного вида организмов.

Даже единственный фактор за пределами зоны своего оптимума приводит к стрессовому состоянию организма и в пределе - к его гибели. Такой фактор называется *лимитирующим*.

Закон лимитирующих факторов объясняет разнообразие экосистем на Земле. Основная причина этому - своеобразиие абиотических условий каждого региона. Например, размещение по земной поверхности основных биомов связано с режимом температуры и осадков, т.е. с климатом. Разнообразие экосистем внутри биомов связано с микроклиматом, особенностями почв, биотическими факторами, физическими барьерами и т.д.

Следует всегда помнить, что ни один из факторов не действует в одиночку. Кроме того, практически любой из факторов, влияющих на один вид, будет опосредованно воздействовать и на другие виды за счет различных существующих в экосистеме взаимосвязей.

Итак, главный вывод ясен: существование экосистем поддерживается очень тонким взаимодействием лимитирующих факторов, влияющих на все виды организмов. Следовательно, изменение любого биотического или абиотического фактора неизбежно приведет в действие цепную реакцию с далеко идущими последствиями.

Не следует уповать на то, что закон лимитирующих факторов неприменим к человеческой экосистеме. Действительно, способность человека мыслить и создавать орудия труда позволила ему, по крайней мере, временно, преодолеть действие обычных лимитирующих факторов. Однако деятельность выросшего в десятки тысяч раз человечества изменяет многие факторы среды в глобальном масштабе, что может привести к трагическим последствиям для всего живого на планете. Кроме того, человечество существует за счет

Каждый вид и каждый организм в отдельности могут существовать только в определённом диапазоне экологических условий.

Изменение любого биотического или абиотического фактора неизбежно приведет в действие цепную реакцию с далеко идущими последствиями.

эксплуатации природных ресурсов, которые, увы, не бесконечны. Когда их запасы истощатся, неизбежно возникнут социальные конфликты, голод, войны, чреватые разрушением цивилизации.

Чтобы этого не произошло, необходимо знать и использовать принципы устойчивого функционирования экосистем.

Общие принципы функционирования экосистем

Обобщая все вышесказанное, можно сформулировать следующие основные принципы функционирования экосистем.

Первый принцип функционирования экосистем - получение ресурсов и избавление от отходов происходят в рамках круговорота всех биогенов.

По сути, этот принцип отражает закон сохранения массы - атомы в ходе химических реакций не появляются и не исчезают: они только перегруппировываются в молекулы различных веществ. Для иллюстрации данного принципа, рассмотрим схемы движения в экосистемах трех наиболее важных химических элементов – углерода, фосфора и азота.

Цикл углерода

Общая схема круговорота углерода в экосистемах достаточно проста (рис. 1.5). Благодаря наличию газовой фазы, цикл углерода носит глобальный характер, охватывая всю биосферу.

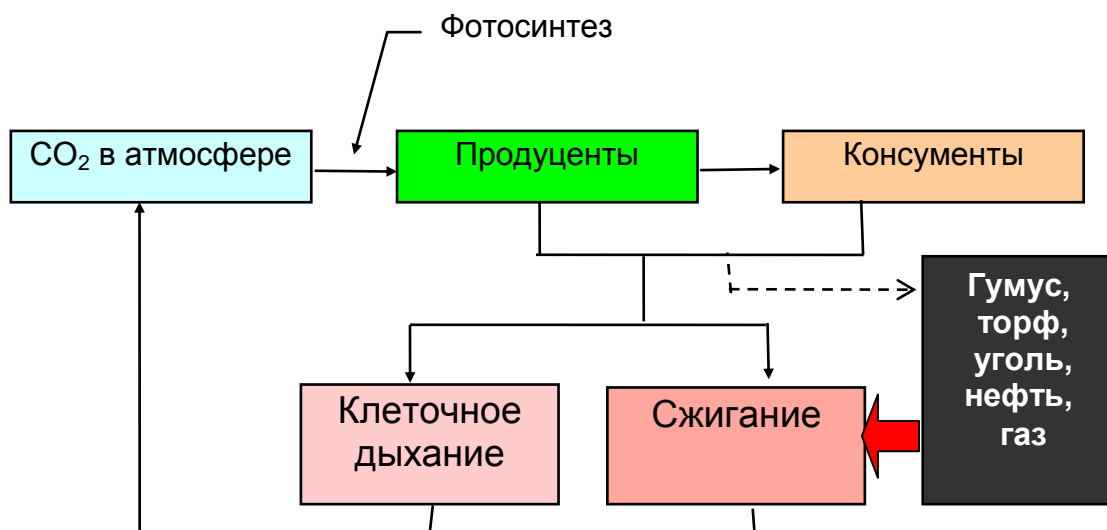


Рис. 1.5. Упрощенная схема цикла углерода.

Особенность: Ископаемое топливо, миллионы лет назад исключенное из цикла, сейчас, в результате деятельности человека, интенсивно извлекается из недр и сжигается. Углерод, содержащийся в этом топливе, вновь поступает в атмосферу в составе углекислого газа, что усиливает так называемый «парниковый эффект». Это приводит к изменению климата,

таянию ледников, подъёму уровня мирового океана и изменению всех экосистем Земли.

Цикл фосфора

Круговорот фосфора происходит локально в рамках отдельной экосистемы (рис. 1.6).

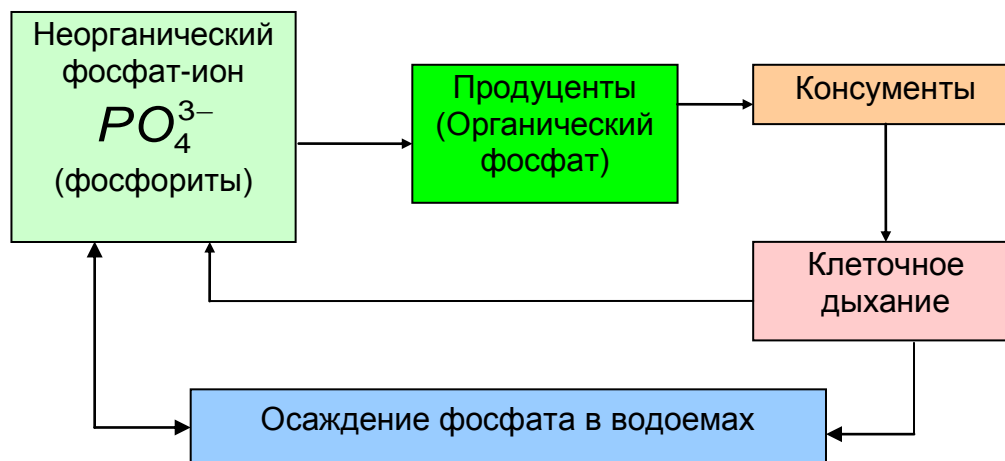


Рис. 1.6. Упрощённая схема цикла фосфора.

Особенности: Фосфаты растворимы в воде, но нелетучи, поэтому могут накапливаться в водоёмах. Для циркуляции фосфора необходимо, чтобы "отходы" жизнедеятельности консументов откладывались в местах поглощения данного элемента продуцентами. В экосистеме человека этого нет. Урожай, содержащий фосфор, собирают на сельскохозяйственных угодьях, а потребляют, в основном, в городах, после чего "отходы" вместе со сточными водами зачастую сбрасывают в водоёмы. Это приводит к истощению почвы с одной стороны и к загрязнению водоёмов – с другой.

Цикл азота

Круговорот азота (рис. 1.7) несколько сложнее, поскольку включает как газовую, так и минеральную фазу. Основная часть атомов азота находится в воздухе, который на 78% состоит из одноименного газа (N_2). Однако растения не могут усваивать его непосредственно; для этого азот должен входить в состав ионов аммония (NH_4^+) или нитрата (NO_3^-). К счастью, некоторые бактерии и водоросли способны превращать газообразный N_2 в аммонийную форму в ходе так называемой **азотфиксации**. Именно таким образом фиксируется около 90% необходимого растениям азота. Остальные 10% образуются в результате атмосферной фиксации азота в результате ряда химических реакций, инициируемых вспышками молний.

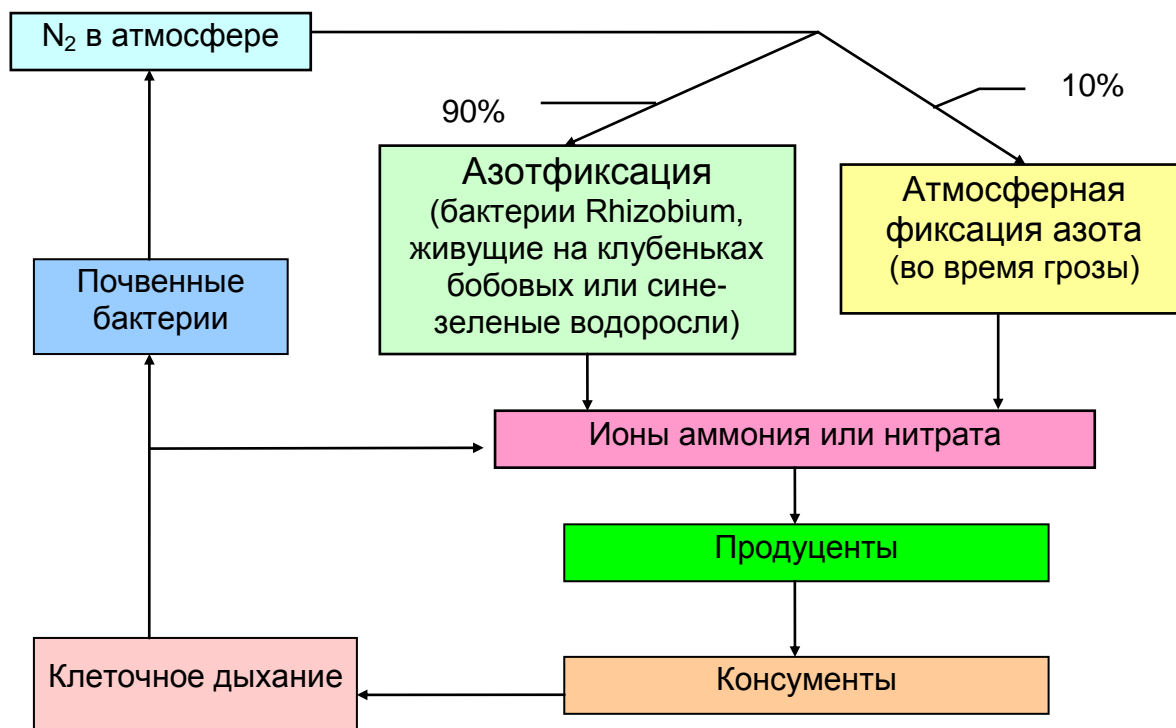


Рис. 1.7. Упрощенная схема цикла азота.

Особенности: Люди научились производить химическую азотфиксацию, но это дорого. Все промышленные высокотемпературные процессы приводят к образованию оксидов азота, который в атмосфере вступает в реакцию с водяными парами и образует азотную кислоту, повышая кислотность осадков и нанося огромный ущерб экосистемам. С другой стороны, азот, содержащийся в урожае, изымается из сельскохозяйственных агросистем, создавая проблемы, аналогичные фосфору.

На примере этих трёх веществ видно, что в хозяйственной деятельности человека круговорот веществ отсутствует. Поэтому, с одной стороны, происходит истощение ресурсов, а с другой стороны - загрязнение окружающей среды.

В хозяйственной деятельности человека круговорот веществ отсутствует. Поэтому, с одной стороны, происходит истощение ресурсов, а с другой стороны - загрязнение окружающей среды.

Второй принцип функционирования экосистем - экосистемы существуют за счет не загрязняющей среду и практически вечной солнечной энергии, количество которой относительно постоянно и избыточно.

Согласно второму началу термодинамики, часть энергии, преобразующейся из одного вида в другой, неизбежно переходит в тепло.

Поэтому для поддержания жизни необходимо постоянное поступление потока энергии извне экосистемы. Единственный источник энергии для всех экосистем Земли – солнечный свет. Рассмотрим вкратце его характеристики.

Избыток - растения используют всего лишь 0.5% количества солнечной энергии, достигающей Земли. Даже если все энергетические потребности человечества будут удовлетворяться только за счет солнечной энергии, это составит еще меньшую долю.

Чистота - поскольку вся солнечная энергия, в конечном счете, превращается в тепло, увеличение её использования для хозяйственных нужд человека не должно повлиять на динамику биосферы. Расстояние до Солнца (150 млн. км) и наличие естественных защитных оболочек Земли ограждает биосферу от вредных излучений.

Постоянство - солнечная энергия всегда будет доступна в одинаковом (безграничном) количестве и по неизменной цене (бесплатно). В то же время она слишком рассеяна; чтобы служить человечеству она должна быть сконцентрирована.

Вечность - астрономы полагают, что Солнце будет светить еще несколько миллиардов лет. Для человечества, наиболее древние исторические записи которого оцениваются возрастом 5000 лет, такой срок смело можно назвать вечностью.

До промышленной революции люди облегчали свой труд, используя энергию домашних животных, дров, ветра и воды. Все это - не прямые источники солнечной энергии. Лишь в последние 250 лет мы стали использовать ископаемое топливо, но даже спустя такой короткий срок оказались на пороге истощения его ресурсов. Более того, его сжигание породило многочисленные проблемы загрязнения окружающей среды.

Третий принцип функционирования экосистем - чем больше биомасса популяции, тем ниже должен быть занимаемый ею трофический уровень. Т.е. на конце длинных пищевых цепей не должно быть большой биомассы.

Питаясь мясом, человек занимает 3-й трофический уровень. Для производства 1 кг мяса требуется от 10 до 20 кг зерна. Это тяжелое бремя для сельского хозяйства. Поэтому рост численности населения при

Лишь в последние 250 лет мы стали использовать ископаемое топливо, но даже спустя такой короткий срок оказались на пороге истощения его ресурсов. Более того, его сжигание породило многочисленные проблемы загрязнения окружающей среды.

Бесконечный рост численности населения делает невозможным существование демократии и личных свобод.

снижении плодородия земель чреват продовольственным кризисом.

Но этот принцип имеет более универсальную трактовку. Ведь пища – не единственная потребность человека. По сути, речь идет о принципе согласования любых запросов с имеющимися, увы, далеко не безграничными ресурсами. Чем больше потребителей какого-либо ресурса, тем меньшими «порциями» он им достается. Поэтому бесконечный рост численности населения делает невозможным существование демократии и личных свобод.

Устойчивость экосистем

Не существует ни жестких структур, ни сил, предотвращающих изменения в экосистемах. Они вполне могут изменяться, даже радикальным образом, в зависимости от условий. Одна из причин, позволяющих экосистемам длительное время сохранять постоянный видовой состав, заключается в том, что отношения между всеми компонентами экосистем находятся в динамическом равновесии.

Каждый вид организмов в составе экосистемы представлен *популяцией*. Стабильность популяции означает, что рождаемость в ней уравновешена смертностью. Совокупность факторов, способствующих увеличению численности популяции, называют *биотическим потенциалом*. У всех видов он достаточно высок для стремительного увеличения численности при благоприятных условиях. Но обычно этого не происходит из-за действия различных лимитирующих факторов, называемых *сопротивлением среды*. Поэтому любое изменение популяции - это результат нарушения равновесия между ее биотическим потенциалом и сопротивлением среды.

Живые организмы, образующие популяции различных видов в экосистемах, в определённой степени способны противостоять внешним воздействиям, если эти воздействия не слишком сильные. Например, Ваш организм имеет системы поддержания достаточно постоянного кровяного давления и температуры. Такие регуляторные процессы живых организмов называются *гомеостазом* (от греч. stasis – неподвижность).

Гомеостатичные системы контролируют различные условия через поток информации от сигналов в сети взаимосвязанных частей системы. Противодействие системы изменениям внешних условий обеспечивается *отрицательной обратной связью*. Задержка между временем получения возбуждающего сигнала и временем, когда система вносит коррективы под действием отрицательной обратной связи, называется *временной задержкой*.

Временная задержка может защитить систему от информационной перегрузки и предостеречь от поспешных действий до поступления

Системы жизнеобеспечения Земли могут выдержать значительное давление, однако всему есть предел.

дополнительной информации. Но слишком длительная задержка во времени между причиной и последующей реакцией часто делает корректирующие действия не столь эффективными. Например, большинство экономических систем и наше собственное поведение основываются на желании получить как можно быстрее экономическую выгоду, хотя это может привести в дальнейшем к экономическим и экологическим катастрофам.

Равновесие в природных системах обычно поддерживается в пределах некоторого диапазона отклонений от него, т.к. факторы сопротивления среды зависимы от плотности популяции. Однако если плотность популяции упадет ниже критической численности, то ее вымирание становится неизбежным. С другой стороны, вспышки численности популяции какого-либо вида, в конце концов, приводят к резкому увеличению сопротивления среды, что может также привести к полному краху популяции.

Биологическое разнообразие обеспечивает стабильность экосистем..

Установлено, что чем более разнообразна по видовому составу экосистема, тем меньше амплитуда колебаний численности входящих в нее популяций. Поскольку взаимодействия в экосистемах между организмами главным образом происходят в рамках пищевых сетей, то можно заключить, что видовое разнообразие обеспечивает стабильность экосистем.

Изменение экосистем

Изменение внешних условий приводит к процессу вытеснения одних видов другими, называемому *сукцессией*. Различают первичную сукцессию (процесс развития экосистем на ранее незаселенных участках) и вторичную сукцессию (восстановление экосистемы, когда-то уже существовавшей на данной территории).

Сукцессия завершается стадией, когда все виды экосистемы, размножаясь, сохраняют относительно постоянную численность и дальнейшей смены ее состава не происходит. Такое равновесие называется *климаксом*, а равновесную экосистему называют *климаксовой*. К таким экосистемам относятся все основные биомы.

При сукцессиях изменения происходят достаточно медленно и постепенно. Однако случаются и внезапные резкие изменения. В этом случае возможны *экологические нарушения* (изменения численности популяций) или *гибель* экосистем (полное исчезновение видов). В табл. 1.1 показано, что может случиться с организмами, популяциями и экосистемами в результате экологического стресса, вызванного природными или антропогенными факторами.

Устойчивое равновесие между видами существует благодаря их *адаптации* друг к другу и к окружающей среде. Чтобы сохранить биосферу, нужно поддерживать это равновесие и по возможности вводить его в нашу

собственную человеческую экосистему. Чтобы оценить сложность проблемы, необходимо понять, как виды приспосабливаются к условиям и каковы границы их возможностей.

Одна из важнейших особенностей каждого вида - **изменчивость** составляющих его особей.

Исследования последних 40 лет показали, что наследственная основа признаков любого вида закодирована в молекулах ДНК, присутствующих в

Таблица 1.1

Некоторые последствия экологических стрессов

<p>На уровне отдельных организмов</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Физиологические и биохимические изменения • Психологические нарушения • Поведенческие нарушения • Сокращение или отсутствие воспроизводства • Генетические отклонения в потомстве (мутации) • Врождённые уродства (тератогенные отклонения) • Раковые заболевания • Увеличение смертности
<p>На уровне популяций</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Снижение или увеличение численности популяции • Изменения в возрастной структуре • Изменение генофонда популяции • Потеря генетического разнообразия и приспособляемости • Вымирание популяции
<p>На уровне экосистем</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Нарушение энергетического потока <ul style="list-style-type: none"> – Увеличение или уменьшение потока солнечной энергии – Изменение теплоотдачи – Изменения трофических сетей • Нарушение химических циклов <ul style="list-style-type: none"> – Уменьшение запасов биогенов – Чрезмерное поступление биогенов • Упрощение <ul style="list-style-type: none"> – Сокращение биоразнообразия – Сокращение экологических ниш – Упрощение пищевых сетей – Снижение устойчивости – Гибель экосистемы

каждой клетке организма. Эти молекулы образуют **гены** организма. Их совокупность называют **генотипом**. Генотип практически всех организмов представлен не одним, а двумя наборами генов (подобно обуви - "левые" и

"правые" туфли). У каждой особи может быть только два гена данного признака, но в крупной популяции обычно существует множество их "вариантов", или *аллелей*.

Рост тела сопровождается делением клеток, в ходе которого каждая новая клетка получает точную копию обоих наборов генов. Однако при образовании яйцеклеток и сперматозоидов процесс деления происходит иначе, и в них попадает только по одному набору. Так как при этом разделение на "левые" и "правые" гены носит случайный характер, то в результате *оплодотворения* возникают новые их комбинации, отличные от родительских. Эта генетическая изменчивость и лежит в основе наследственной изменчивости признаков.

Еще одним источником наследственной изменчивости служат *мутации*. Они представляют собой случайные изменения ДНК и могут затрагивать любой ген или группу генов. Мутации происходят спонтанно, т.е. без видимых причин. Хотя они достаточно редки, именно таким путем возникли и продолжают возникать различные генные аллели.

Совокупность образцов генов всех особей популяции называют *популяционным генофондом*. А все генные аллели всех популяций данного вида составляют его *видовой генофонд*.

Генофонд можно изменить целенаправленно с помощью *искусственного отбора*. Здесь существуют методы *селекции* (отбор по желаемым признакам), *гибридизации* (близкородственного скрещивания) и *генной инженерии* (прямая пересадка участков ДНК).

В природе на популяции также непрерывно действует отбор. Каждое поколение любого вида подвергается отбору на *выживаемость и воспроизводимость*. Особи, которые выживают и размножаются, передают свои аллели следующему поколению, а аллели тех, что погибли, не оставив потомства, отсеиваются из генофонда. Таким образом, генофонд каждого поколения испытывает действие естественного отбора. Благодаря ему, в популяциях все шире распространяются аллели признаков, способствующих выживанию и воспроизведению особей. Поэтому неудивительно, что практически все признаки организмов в той или иной мере служат этим целям.

Большинство адаптаций каждого вида связано с приспособлением к другим видам экосистемы и ее абиотическим факторам. В природе как бы идет естественный отбор на устойчивость взаимоотношений. Неуравновешенные системы просто отсеиваются в результате гибели составляющих их видов.

При изменении любого биотического или абиотического фактора вид, плохо приспособленный к новым условиям, ожидает один из трех путей:

- *Миграция*. Часть популяции может эмигрировать, найти место обитания с подходящими условиями и продолжать там свое существование.

- **Адаптация.** В генофонде могут присутствовать аллели, которые позволят некоторым особям выжить в новых условиях и оставить потомство. Через несколько поколений, под действием естественного отбора возникнет популяция, хорошо приспособленная к изменившимся условиям существования.
- **Вымирание.** Если ни одна особь популяции не может мигрировать, спасаясь от воздействия неблагоприятных факторов, а те выходят за пределы устойчивости всех индивидов, то популяция вымрет, а ее генофонд исчезнет.

Что же определяет судьбу вида?

Первое условие адаптации - выживание и размножение хотя бы нескольких особей в новых условиях. Это зависит от двух факторов: генетического разнообразия генофонда и степени изменения среды.

Второе условие адаптации - скорость воспроизведения, поскольку изменение признаков происходит только путем отбора в каждом поколении.

К этому следует добавить еще два фактора - географическое распространение и размер особи.

Основное условие, определяющее жизнеспособность вида - его способность устанавливать и поддерживать равновесие с другими видами в пределах экосистемы, обеспечивающей эффективный круговорот биогенов и устойчивый поток энергии.

Основное условие, определяющее жизнеспособность вида - его способность устанавливать и поддерживать равновесие с другими видами в пределах экосистемы, обеспечивающей эффективный круговорот биогенов и устойчивый поток энергии.

Экологический кризис развития человечества

В течение первого периода истории человечества люди жили небольшими группами и обеспечивали себя за счет охоты и собирательства. В этот период численность населения росла медленно, со средней скоростью только 0,002% в год. Сельскохозяйственная, промышленная, а затем и научно-техническая революции резко повысили биотический потенциал человеческой популяции. Человек преодолел многие природные факторы сопротивления окружающей среды, причем не за счет изменения своей биологической природы, а за счет уникальной способности осмысленного применения орудий труда. С тех пор скорость ежегодного прироста существенно увеличивалась и достигла наивысшего уровня 2,06% в 1970 г. При таких темпах экспоненциального роста все меньше времени требуется для добавления каждого нового миллиарда людей. Примерно к концу XVIII века численность населения возросла до одного миллиарда человек, в

течение 130 лет добавился еще один миллиард, еще 30 лет – третий миллиард, ещё 15 лет – четвертый и только за 12 лет – пятый. В настоящее время численность населения Земли перевалила за 6 миллиардов, и, если не возникнет широкомасштабных катаклизмов, к 2050 году ожидают удвоение этого количества.

Такой быстрый рост численности населения оказал сильнейшее воздействие на всю живую природу, на состояние воздуха, воды и почв, от которых

зависит существование человечества и других жизненных форм. В табл. 1.2 приведены данные Worldwatch Institute и World Resources Institute о современном состоянии лишь некоторых жизненно важных ресурсов Земли.

Однако рост численности совсем не означает рост качества жизни, во всяком случае, для большинства людей на Земле. В конце XX столетия:

- по крайней мере, половина взрослого населения планеты не умеет ни читать, ни писать;
- один из каждых пяти человек голодает или недоедает, а каждый шестой не имеет соответствующего жилища;
- каждый четвертый испытывает недостаток в безопасной питьевой воде;
- каждый третий не обеспечен коммунальной службой удаления отходов, не получает соответствующей медицинской помощи и не имеет топлива для приготовления пищи и обогрева.

За час, в течение Вашего обеда, по крайней мере, 3000 человек преждевременно умирают от голода и болезней, связанных с нищетой. Половина умирающих – дети в возрасте до 5 лет.

Неравенство в распределении материальных ценностей среди разных стран мира ошеломляет. В высокоразвитых странах проживает 25% мирового населения, которое при этом владеет 80% мирового богатства. Это неравенство можно проиллюстрировать следующей аналогией [3]. Представим все мировые запасы материальных ценностей как блюдо с 20 пирожками. Вокруг стола расположились 20 человек, каждый из которых олицетворяет 5% мирового населения. Кажется, было бы справедливо, если бы все получили по пирожку, но на деле все не так. Пятеро из 20-ти, представляющие население высокоразвитых стран, возьмут 16 пирожков и поделят их между собой. Пятеро, представляющие умеренно развитые

Лишь в последний, наиболее краткий период своей истории человечество достигло такой численности и приобрело такую мощь, что стало представлять большую потенциальную опасность, чем любой другой организм, когда-либо живший на Земле.

Джон Макнейл.

страны, возьмут 3 пирожка, оставив остальным десяти (страны Третьего мира) всего один.

Тем не менее, именно в слаборазвитых странах население растет быстрее всего. Как бы мы в развитых странах ни убеждали себя, что можем просто игнорировать подобную ситуацию, поскольку это «их проблемы»,

Таблица 1.2.	
Состояние некоторых ресурсов Земли	
Продуктивные земли	Около 8,1 млн. км ² когда-то продуктивных земель за последние 50 лет превратились в пустыню. Каждый год появляется почти 61 000 км ² новых пустынь.
Пахотный горизонт почвы	Почвы эродировать быстрее, чем происходит их восстановление, на почти 35% обрабатываемых земель мира, что приводит к потерям примерно 26 млрд. тонн почвы в год. Плодородие 1/3 орошаемых земель падает из-за процессов засоления. Подтопление верхних горизонтов почвы снижает урожайность, по крайней мере, на 1/10 в среднем по миру.
Лесной покров	Почти половина первоначально покрытых лесом территорий в мире уже расчищена. Ежегодно сводится 62 000 км ² лесов и, вероятно, 155 400 км ² подвергается деградации. В более развитых странах 312 000 км ² лесов страдает из-за атмосферного загрязнения.
Болота и марши	От 25 до 50% переувлажнённых земель мира осушены, застроены или сильно загрязнены. В целом по миру теряются миллионы гектаров переувлажнённых земель ежегодно.
Океаны	Большая часть отходов, которые мы выбрасываем в воздух, в воды или на землю, в конце концов, оказывается в океанах.
Озёра	Тысячи озёр на востоке Северной Америки и в Скандинавии стали настолько кислыми, что в них уже нет рыбы, тысячи других озёр умирают; тысячи лишились растворённого кислорода из-за процессов эвтрофикации.
Климат	Выбросы «парниковых газов» в атмосферу могут вызвать повышение температуры нижних слоёв атмосферы на несколько градусов к 2050 г.
Атмосфера	Разрушение озонового слоя, кислотные осадки, смог – явления, ставшие почти обыденными в человеческой жизни. Загрязнение атмосферы приводят к увеличению заболеваний людей, снижению урожайности с/х культур, деградации экосистем.
Дикая природа	Несколько тысяч видов животных и растений вымирают ежегодно в результате антропогенной деятельности.
Экологические беженцы	Более 10 млн. человек по всему миру лишились дома и земли из-за деградации окружающей среды.

именно растущее население развивающихся стран ради своего выживания истощает пастбища и почвы, вырубает леса на дрова и совершает многие другие, безумные с экологической точки зрения действия. Злорадство по этому поводу подобно поведению кучки пассажиров, столпившихся на носу терпящего крушение корабля, которые насмеются над теми, кто вместе с кормой уже опустился под воду.

Сейчас многие развивающиеся страны уже осознали угрозу, которую несет безудержный рост населения их экономике и самому существованию. Принимаются решительные меры по снижению рождаемости. Большую помощь оказывает этому процессу международное сообщество. Однако инертность человеческой популяции такова, что даже мгновенное снижение рождаемости до уровня простого воспроизводства, приведет к прекращению роста численности только по прошествии, по крайней мере, 40 – 50 лет. Значит, кроме усилий по стабилизации численности человеческой популяции, жизненно необходимы мероприятия по повышению экологического сознания населения всех стран. В этом отношении очень примечательно высказывание Линтона К. Колдуэлла [4]:

«Экологический кризис есть внешнее проявление кризиса ума и духа. Не может быть большего заблуждения, чем трактовать его только как угрозу дикой природе и загрязнение. Это частности, наиболее же важным является то, что кризис касается нас самих и ставит вопрос о том, что мы должны изменить в себе, чтобы выжить».

Основные причины проблем, с которыми мы сталкиваемся в области охраны окружающей среды, использования ресурсов и социальных отношений следующие:

- Перенаселение;
- Урбанизация;
- Перепотребление и расточительность при использовании природных ресурсов;
- Слепая вера в то, что достижения технологии помогут решить все наши проблемы;
- Упрощение систем жизнеобеспечения Земли;
- Кризис политического и экономического управления – излишняя надежда на различные типы экономического роста (ростомания);
- Провал попыток оценить в рыночных ценах затраты ресурсов окружающей среды на производство всех товаров и услуг для общества и систем жизнеобеспечения Земли;
- Игнорирование законов, по которым существует биосфера Земли;
- Антропоцентрический взгляд на мир и поведение вместо биоцентрических взглядов и поведения.

Человечество переживает решающий момент своей истории. Мир столкнулся с проблемами усугубляющейся нищеты, голода, болезней, неграмотности и продолжающейся деградации экологических систем, от которых зависит наше благосостояние. Неравенство между богатыми и бедными сохраняется. Единственный способ обеспечить себе более безопасное, более процветающее будущее - это решение проблем окружающей среды, социального и экономического развития в комплексе и согласованным образом. Мы должны удовлетворять основные нужды людей, повышать уровень жизни для всех, и в то же время лучше защищать и сохранять экологические системы.

Экологический кризис есть внешнее проявление кризиса ума и духа. Не может быть большего заблуждения, чем трактовать его только как угрозу дикой природе и загрязнение. Это частности, наиболее же важным является то, что кризис касается нас самих и ставит вопрос о том, что мы должны изменить в себе, чтобы выжить.

Линтон К. Колдуэлл.

Устойчивое развитие – стратегия выживания человечества

Современные философские концепции развития цивилизации сводятся к тому, что процесс взаимодействия общества и биосферы должен быть управляем во взаимных интересах, с тем, чтобы неизбежный научно-технический прогресс не привел к деградации биосферы как среды обитания человечества. С позиций В.И.Вернадского на данном этапе эволюции жизни развитие пойдет по пути ноогенеза, являющегося этапом разумного регулирования взаимоотношений человека и природы. На этом этапе предстоит не только исправить уже имеющиеся нарушения в природе, отклонения от разумных и целесообразных отношений между обществом и природой, но и предотвращать подобные нарушения и отклонения в будущем.

Таким образом, закон ноосферы В. И. Вернадского имеет следующую формулировку: «Биосфера неизбежно превратится в ноосферу, т.е. в сферу, где разум человека будет играть доминирующую роль в развитии системы "человек - природа"».

Этот закон справедлив, хотя некоторые современные ученые рассматривают его как социальную утопию. Но совершенно очевидно, что если человечество не начнет регулировать свою численность, управлять собственным воздействием на природу, опираясь на ее законы, то оно обречено на гибель. Поэтому смысл закона ноосферы видится в том, что люди будут управлять не природой, а, прежде всего, собой [5].

Конференция ООН по окружающей среде и развитию, состоявшаяся в 1992 г в Рио-де-Жанейро, призвала все государства и народы мира перейти на новую парадигму развития — путь устойчивого развития.

Устойчивое развитие - стратегия управляемого, поддерживаемого, регулируемого развития, не разрушающего окружающую природу и обеспечивающего непрерывный общественный прогресс [6].

Решение глобальных и локальных экологических проблем возможно только при действенном сотрудничестве всех стран мира. В результате встречи в Рио-де-Жанейро представителями 179 государств мира были приняты два документа: «Декларация по окружающей среде и развитию» и «Повестка дня на XXI век».

В декларации определены принципы, определяющие права и обязанности стран в деле обеспечения развития и благосостояния людей:

- Люди имеют право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой.
- Сегодняшнее развитие не должно осуществляться во вред интересам развития и охране ОС.
- Государства имеют суверенное право разрабатывать свои собственные ресурсы, но без ущерба ОС за пределами их границ.
- Государства должны разработать международное законодательство о компенсации за ущерб, который деятельность, осуществляемая под их контролем, наносит за пределами их территорий.
- Государства должны применять принцип принятия мер предосторожности для охраны ОС.
- Для достижения устойчивого развития защита ОС должна составлять неотъемлемую часть процесса развития и не может рассматриваться в отрыве от него.
- В принципе, тот, кто загрязняет ОС, должен нести и финансовую ответственность за это загрязнение.
- Государства уведомляют друг друга о стихийных бедствиях или деятельности, которые могут иметь вредные трансграничные последствия.
- Государствам следует делиться знаниями и новыми технологиями для достижения целей устойчивости.
- Война неизбежно оказывает разрушительное воздействие на процесс устойчивого развития.

Устойчивое развитие - стратегия управляемого, поддерживаемого, регулируемого развития, не разрушающего окружающую природу и обеспечивающего непрерывный общественный прогресс.

Повестка дня на XXI век представляет собой программу того, как сделать развитие устойчивым с социальной, экономической и экологической точки зрения.

К настоящему времени накоплен значительный опыт в законодательной, научной, технической и других сферах обеспечения устойчивого развития. Меняется, хотя и крайне медленно, общественное экологическое сознание. Но прогресс в этой области движется крайне медленно, поэтому основной вопрос, волнующий многих ученых - успеем ли мы "перевести стрелку" и свернуть с гибельного пути, ведущего к пропасти экологической катастрофы.

Состояние окружающей природной среды в России

Ниже изложено мнение Председателя Центра экологической политики России, член-корреспондента Российской Академии наук А.В. Яблокова (январь 1999 г.) [7].

Экологические проблемы России в конце XX века.

В конце XX века во всех развитых странах экологические проблемы находят свое решение в ряду самых главных проблем, определяющих благополучие общества и здоровье населения. В России, напротив, экологические проблемы, накопившиеся за предыдущий период, усугубляются проблемами, возникшими в последние годы.

Начиная с 1986 г. средняя продолжительность жизни россиян стала уменьшаться, особенно значительно после 1990 г. Конечно, основные причины этого – социальные явления, но и экологические причины ответственны, по крайней мере, за 30% этого сокращения. Более того, в зонах экологического неблагополучия и бедствий не меньше чем за 50% сокращения продолжительности нашей жизни ответственна именно экологическая обстановка. Об этом наглядно свидетельствует то, что средняя продолжительность жизни в экологически неблагополучных регионах достигает на некоторых особо отравленных территориях для мужчин всего 52-55 лет. Растет или остается на высоком уровне заболеваемость эколого-зависимыми болезнями.

По официальным данным, масштабы загрязнения окружающей среды в России после 1992 г. стали меньше, чем 10-15 лет назад. Но на деле картина может быть иной: «уходя» от налогообложения, большая часть предприятий занижает истинные масштабы выбросов и сбросов, экономя на работе очистных сооружений. Объективность официальных данных по сбросам и выбросам подрывается также последовательным ослаблением государственного экологического, санитарно-эпидемиологического, ядерно-радиационного контроля. Эти структуры в России на протяжении 1994-1999 гг. постоянно сокращались численно, ослаблялись организационно и теряли часть своих прежних полномочий.

В результате широко осуществлявшегося в 1992-1999 гг. незаконного строительства в водо-охраных и лесопарковых защитных зонах стало заметно ухудшаться качество питьевой воды в водоемах и санитарное состояние пригородных территорий, сокращаются возможности массовой рекреации.

Широкомасштабное радиационное загрязнение сегодня угрожает самому существованию нации. Территории 16 субъектов Федерации опасно радиационно загрязнены в результате чернобыльской катастрофы 1986 г. До сих пор до конца не

выяснены масштабы и последствия других, в то время секретных радиационных аварий и катастроф, вроде катастрофы на Ленинградской АЭС 1975 г., радиационных катастроф на печально знаменитом челябинском «Маяке», радиационного загрязнения от Новоземельного и Семипалатинского полигонов и больших территорий в результате производства плутония в Красноярске-26 и Томске-7, проведения многих десятков подземных ядерных взрывов по всей России, добычи и переработки урана. Все они стали возможны как в результате пренебрежения требованиями ядерной и радиационной безопасности, так и силу, я бы сказал, поразительного технического зазнайства.

В последние десятилетия многие десятки миллионов тонн нефти в России были вылиты на землю и попали в водоемы. К примеру, концентрация углеводородов в устье реки Оби по сравнению с донефтяным периодом увеличилась в десятки раз. Вся юго-восточная часть Баренцева моря уже к началу 90-х годов оказалась покрытой нефтяной пленкой. Из-за плохого состояния трубопроводного транспорта растет число разрывов трубопроводов с опасными последствиями для окружающей среды и здоровья населения. Усинская (Республика Коми) катастрофа в 1994 г. была признана мировой природной катастрофой №1.

Год от года в стране растет число лесных пожаров и увеличивается ущерб, наносимый ими стране, что происходит в результате несвоевременно принимаемых (и постоянно сокращаемых в объемах) противопожарных мероприятий. Похоже, в России выгорает ежегодно столько же лесов, сколько вырубается, что ставит под угрозу ведение нормального лесного хозяйства вообще.

В результате хаотической аграрной политики государства падает плодородие почв. Большая часть наших сельскохозяйственных угодий находится в зоне неустойчивого ведения сельского хозяйства. Знаменитые Докучаевские дубравы в степных регионах свидетельствуют, что лесомелиорация (лесополосы, лесопосадки, облесение балок и оврагов) дает надежную защиту от засух и может стать основой устойчивого сельского хозяйства. Сегодня на значительных территориях уничтожаются полезительные лесонасаждения (в том числе доставшиеся нам в наследство от прошлых поколений).

Характерная черта хаотического состояния экономики в переходный период и, скажем откровенно, расцвета авантюризма, подогреваемого мечтами об огромных государственных кредитах (о возвращении которых никто потом не вспоминает), разработка и осуществление крупных экологически опасных проектов (например, проект высокоскоростной магистрали Санкт-Петербург – Москва), которые финансируются государством без требуемого законом положительного заключения государственной экологической экспертизы. Среди других опасных проектов: строительство новых портов в Финском заливе и на Черном море, освоение алмазных месторождений в Белом море, газопровод через Черное море в Турцию, строительство плавучих атомных станций, развитие космической деятельности, эксплуатация углеводородных ресурсов на шельфе Сахалина.

На всех уровнях, начиная от федерального, широко распространилась практика профанации государственной экологической экспертизы. Это происходит в результате коррупции и путем незаконного, по сути, подбора «удобных» экспертов, зависимых от организаций, представляющих проекты на экспертизу.

При попустительстве государства расширяется ввоз на территорию России опасных токсических отходов на хранение и захоронение. Это происходит многими «законными» способами, например, в виде поставок так называемого давальческого сырья – сырья, направляемого на переработку. В этой связи стоит упомянуть и о широком ввозе в Россию опасных для употребления продуктов питания и товаров (до 20% всех

импортных продуктов оказываются опасными). Другая, возможно, еще более страшная экологическая «бомба замедленного действия» – перенос на территорию России экологически «грязных» и опасных производств из других стран (что особенно успешно проходит в последние годы под флагом долгожданных иностранных инвестиций в наше производство и экономику).

В конце XX в. в России было продолжено и даже усилилось расхищение природных ресурсов. Это произошло потому, что использование как невозобновляемых, так и возобновляемых природных ресурсов регулировалось государством недостаточно жестко, широкое распространение получила их нелегальная эксплуатация. Официально в 1996-1997 гг. за рубежом продано выловленной в наших водах рыбы на 1,5-2 млрд. долл. в год. По экспертным же оценкам, эта цифра достигала не менее 10, а возможно, и 14 млрд. долл.!

При организации ликвидации накопленных в период «холодной войны» огромных количеств опасных видов вооружений (химического, биологического и ядерного) проблемы обеспечения экологической безопасности и защиты населения не привлекали должного государственного внимания. Выведенные из строя атомные подводные лодки, ракетно-космические системы и ракетное топливо, места хранения и уничтожения химического и биологического оружия создали неприемлемый риск для населения и среды.

В конце XX в. резко возросла угроза ядерного, радиационного, химического и других видов экологического терроризма. В то же время государственные органы обеспечения национальной безопасности фактически развернули кампанию преследования экологов, пытающихся в интересах всего общества определять масштабы и проблемы экологической опасности.

Повсеместно стали нарушаться и без того «хрупкие», неокрепшие в общественном сознании экологические права граждан, закрепленные в Конституции и законах России:

- право на благоприятную окружающую среду (ст.37 и 42 Конституции РФ);
- право на компенсацию ущерба в результате ее ухудшения (ст.42, 53)
- право на объективную и своевременную информацию о состоянии окружающей среды и ее распространение (ст.29 и 42)
- право на участие в принятии решений, затрагивающих состояние окружающей среды (ст.32).

Все это говорит о том, что объективно в России на протяжении последних лет не ведется надлежащая экологическая политика. Это выразилось, в том числе в следующем:

- сокращались не только абсолютные, но и относительные бюджетные расходы на охрану среды (которые скатились до 0,3% расходов);
- практически не финансировались более 40 принятых в последние годы федеральных целевых экологически ориентированных программ;
- разрушалась система наблюдения и мониторинга качества окружающей среды;
- ослаблялись и даже ликвидировались природоохранные органы и структуры;
- не выполнялись многие из обязательств России по международным природоохранным соглашениям.

Вместе с тем, надо признать, что в России достаточно хорошо разработано природоохранное законодательство: сейчас имеется целая система законов в области охраны окружающей среды и здоровья населения, рациональной эксплуатации природных ресурсов. На обозримый период возникает задача коррекции этого законодательства, в том числе путем устранения определенных противоречий в природоохранном и ресурсном законодательстве. Главное же – наладить его применение.

В дополнение к этой весьма безрадостной картине состояния экологической ситуации в России нельзя не сказать, что подавляющее большинство средств массовой информации попало в зависимость от тех или иных финансово-промышленных групп, в связи с чем заметно уменьшилась экологическая информированность населения.

Подводя итог, можно назвать три области экологической деятельности, в которых за последние годы происходят видимые положительные сдвиги:

- устойчивый рост числа и площади особо охраняемых природных территорий – заповедников и национальных парков;
- развитие экологического образования, как школьного, так и университетского, институтского;
- растущее понимание важности решения экологических проблем на региональном и муниципальном уровнях.

Идеи устойчивого развития отвечают объективному требованию времени и могут решающим образом повлиять на будущее России, сыграть важную роль в определении государственных приоритетов, стратегии социально-экономического развития и перспектив дальнейшего реформирования страны. Новая стратегия развития цивилизации уже определила позицию мирового сообщества — объединить усилия во имя выживания человечества и непрерывного развития и сохранения биосферы. Россия, подписавшая документы упомянутой Конференции ООН, взяла на себя серьезные обязательства по реализации программы всемирного сотрудничества, принятой на основе консенсуса.

Контрольные вопросы

Дайте определение экологии, биосферы, ноосферы.

В чём заключается роль живого вещества в биосфере?

Какие категории организмов составляют биотическую структуру экосистем?

Какие виды взаимоотношений между организмами существуют в экосистемах?

Каковы закономерности воздействия абиотических факторов на организмы?

Перечислите три основных принципа функционирования экосистем. Соблюдает ли человек эти принципы в своей хозяйственной деятельности?

Почему биологическое разнообразие обеспечивает устойчивость экосистем?

Перечислите возможные последствия экологических стрессов.

Почему современный этап развития человечества называют экологическим кризисом?

В чём заключается идея устойчивого развития человеческого общества?

Каковы особенности экологической ситуации в России?

Литература

- 1 Н.А.Лемеза, Л.В.Камлюк, Н.Д.Лисов. Биология в экзаменационных вопросах и ответах. – М.: Рольф, 1997. – 464 с., ил.
- 2 Шипунов Ф. Я. Организованность биосферы. М.: Наука, 1980. С. 16 – 19.
- 3 Небел Б. Наука об окружающей среде: как устроен мир: В 2-х т. Пер. с англ. - М.: Мир, 1993.
- 4 Миллер Т. Жизнь в окружающей среде. В 3-х томах: Пер. с англ. / Под ред. Ягодина Г.А. – М.: Издательская группа «Прогресс», «Пангея», 1993.
- 5 Реймерс Н.Ф. Надежды на выживание человечества. Концептуальная экология. М.: Изд. Центр «Россия молодая», 1992. С 150 – 151.
- 6 А.Д.Урсул Переход России к устойчивому развитию. Ноосферная стратегия. - М.: Изд. дом "Ноосфера" - 1998. - 500 с.
- 7 Экология. Учеб. пособие под общей ред. Боголюбова С.А. – М.: Изд-во «Знание», 1999. – 286 с.

МОДУЛЬ 2. Мониторинг окружающей среды

*Управлять можно только тем, что
удаётся измерить.*

Одно из правил менеджмента.

Основные понятия

Среди мероприятий по стабилизации и дальнейшему улучшению экологической обстановки в России особое место отводится формированию системы **экологического мониторинга**, **целью** которого является информационное обеспечение и поддержка процедур принятия решений в области природоохранной деятельности и экологической безопасности.

Мониторингом окружающей среды называют регулярные, выполняемые по заданной программе наблюдения природных сред, природных ресурсов, растительного и животного мира, позволяющие определить их состояние и происходящие в них процессы под влиянием антропогенной деятельности [1].

Основные **задачи** экологического мониторинга:

- наблюдение за источниками антропогенного воздействия;
- наблюдение за факторами антропогенного воздействия;
- наблюдение за состоянием природной среды и происходящими в ней процессами под влиянием факторов антропогенного воздействия;
- оценка фактического состояния природной среды;
- прогноз изменения состояния природной среды под влиянием факторов антропогенного воздействия и оценка прогнозируемого состояния природной среды.

В систему мониторинга входят следующие основные **направления** деятельности:

- выделение (определение) объекта наблюдения;
- обследование выделенного объекта наблюдения;
- составление информационной модели объекта наблюдения;
- планирование измерений;
- оценка состояния объекта наблюдения и настройка его информационной модели;
- прогнозирование изменения состояния объекта наблюдения;
- представление информации в удобной для использования форме и доведение ее до потребителя.

Экологический мониторинг должен выполнять функции наблюдения, диагностики и раннего предупреждения.

На основе информации, предоставляемой системой экологического мониторинга, решаются следующие задачи [2]:

- оценка показателей состояния и функциональной целостности экосистем и среды обитания человека;
- выявление причин и оценка последствий изменения этих показателей;
- определение корректирующих мер в тех случаях, когда целевые показатели экологических условий не достигаются;
- создание предпосылок для определения мер по исправлению возникающих негативных ситуаций до того, как будет нанесен ущерб.

Таким образом, экологический мониторинг должен выполнять функции наблюдения, диагностики и раннего предупреждения.

Кроме приведенных выше основных задач, экологический мониторинг может быть ориентирован на достижение специальных программных задач, связанных с обеспечением необходимой информацией организационных и других

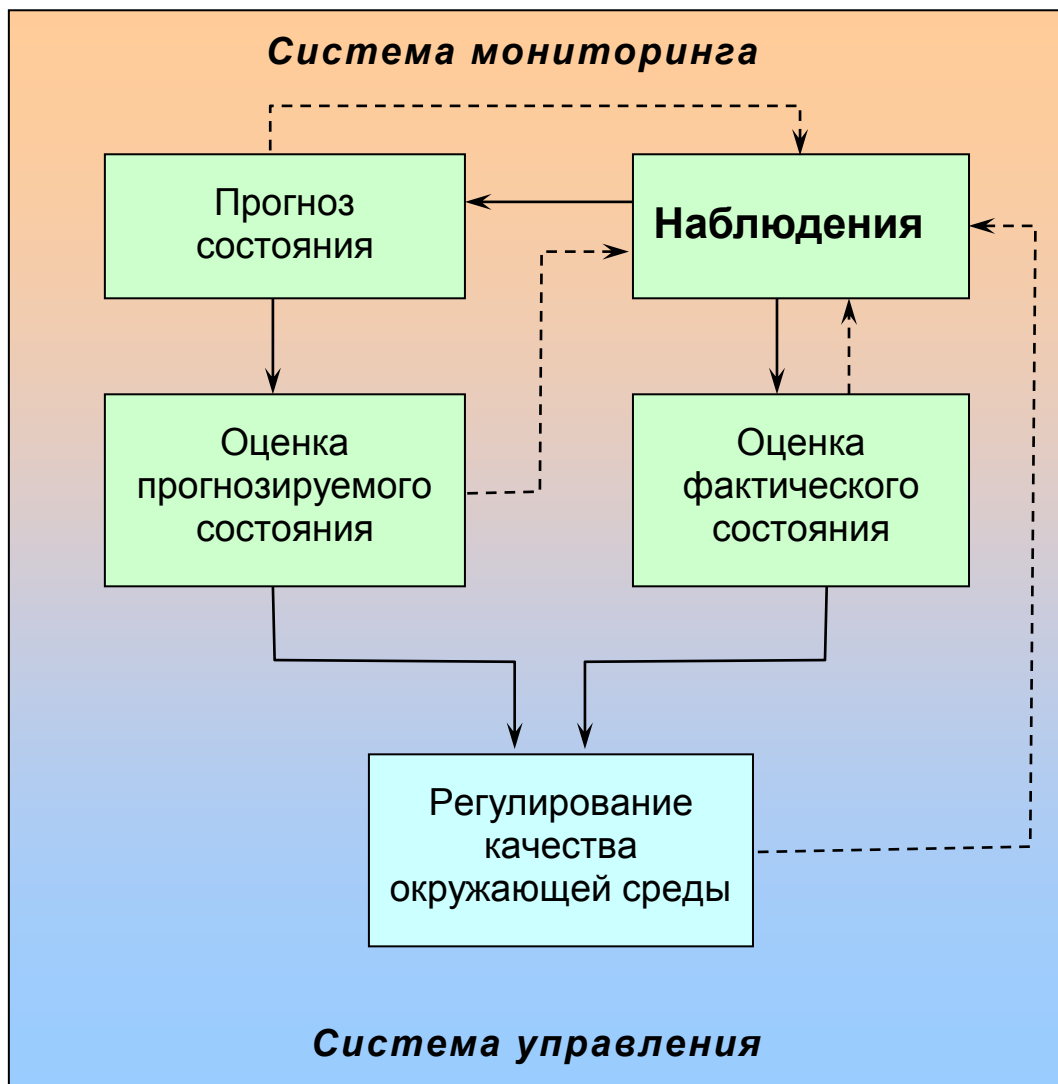


Рис. 2.1. Блок-схема системы экологического мониторинга

мер по выполнению конкретных природоохранных мероприятий, проектов, международных соглашений и обязательств в соответствующих областях.

Система мониторинга может охватывать как локальные районы, так и земной шар в целом (глобальный мониторинг). Национальным мониторингом называют систему мониторинга в рамках одного государства.

Наиболее универсальным подходом к определению структуры системы экологического мониторинга является его разделение на блоки: «Наблюдения», «Оценка фактического состояния», «Прогноз состояния», «Оценка прогнозируемого состояния» (рис. 2.1).

Блоки «Наблюдения» и «Прогноз состояния» тесно связаны между собой. Построение прогноза, с одной стороны, подразумевает знание закономерностей изменения состояния природной среды, наличие схемы и возможностей численного расчета, с другой — направленность прогноза в значительной степени должна определять структуру и состав в наблюдательной сети (обратная связь).

Информационная система экологического мониторинга является составной частью системы управления, взаимодействия человека с окружающей средой, поскольку информация о существующем состоянии природной среды и тенденциях ее изменения должна быть положена в основу разработки мер по охране природы и учитываться при планировании развития экономики. Результаты оценки существующего и прогнозируемого состояния биосферы, в свою очередь, дают возможность уточнить требования к системе наблюдений.

При осуществлении мониторинга состояния биосферы необходима организация достаточно представительной сети наблюдений (измерений) наиболее важных факторов воздействия и показателей состояния окружающей среды. В зависимости от конкретной задачи мониторинга эти факторы и показатели могут быть различными.

Необходимо, прежде всего, учитывать *факторы воздействия*, ведущие к наиболее серьезным, долговременным изменениям в окружающей среде (и источники таких воздействий), а также выявлять критические элементы биосферы, наиболее подверженные воздействию, повреждение которых может привести к разрушению экосистем.

При организации экологического мониторинга наблюдения осуществляют как на импактном (от англ. impact - воздействие) уровне, т.е. на уровне сильного антропогенного воздействия, так и на фоновом (базовом) уровне. Фоновое состояние среды в прошлом до начала интенсивного воздействия человека восстанавливают по данным анализа колец старых или уже погибших деревьев, проб годовых слоев ледников, донных отложений и т.п. Эталоном современного фонового состояния окружающей среды служат биосферные заповедники.

Необходимо, прежде всего, учитывать факторы воздействия, ведущие к наиболее серьезным изменениям в окружающей среде, а также выявлять критические элементы биосферы, наиболее подверженные антропогенному воздействию.

В состав экологического мониторинга могут быть включены следующие информационные системы:

Геофизический мониторинг - определение концентраций загрязнителей в атмосфере, выборочных метеорологических и гидрологических характеристик среды. В эту подсистему можно включить мониторинг различных элементов неживой составляющей биосферы, в том числе конструкций и сооружений, созданных человеком. В этой системе проводятся следующие наблюдения:

- за приземным слоем атмосферы и верхней атмосферой;
- за состоянием гидросферы;
- за состоянием литосферы (в первую очередь почвы).
- за уровнем электромагнитного излучения, теплом, шумом.

Биологический мониторинг - определение состояния биотической составляющей биосферы и ее реакции на антропогенное воздействие. Биологический мониторинг включает мониторинг живых организмов и их популяций (по числу, биомассе, плотности и другим признакам). В этой подсистеме мониторинга проводятся следующие наблюдения:

- за состоянием здоровья человека, воздействием на него среды;
- за наиболее чувствительными к данному виду воздействия (или к комплексу воздействий) популяциями (например, растительности к воздействию двуоксида серы или зоопланктона к сбросам целлюлозных предприятий).
- за возможными наследственными (генетическими) изменениями у различных популяций.

На территории всей планеты система контроля за состоянием природной среды развивается чрезвычайно интенсивно. В США функционируют 5290 станций местного контроля и 490 общенациональных станций мониторинга, в Японии — 1532 наземные станции, во Франции на 120 станциях работают 2 тыс. приборов. Весьма многообещающим видом экологического мониторинга является дистанционный мониторинг с помощью авиации и искусственных спутников Земли.

Система экомониторинга в России

В Российской Федерации государственная служба наблюдений за состоянием окружающей природной среды (ГСН) обеспечивается органами гидрометеорологической, геологической и санитарно-эпидемиологической служб, соответствующими организациями в области управления водным, лесным и рыбным хозяйствами, недрами, а также службами наблюдений отраслевых министерств.

Перечисленные службы и системы мониторинга ориентированы на наблюдения и оценку состояния отдельных компонентов окружающей среды и природных ресурсов. Каждая из этих систем в настоящее время функционирует по самостоятельной программе, практически не скоординированной с другими программами.

Создаваемая в настоящее время Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ) в части наблюдений в дополнение к ГСН

обеспечивает наблюдение за биотической составляющей природной среды (растительного и животного мира, состояния экосистем), а также источников антропогенных воздействий.

В нашей стране мониторинг осуществляется как в региональных, так и в глобальных масштабах. Россия входит в глобальную систему мониторинга окружающей среды (ГСМОС), активно участвует в работе ISO (Международной организации стандартизации) в области охраны окружающей природной среды.

Государственная система мониторинга Росгидромета базируется на сети пунктов режимных наблюдений.

Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха проводились в 334 городах Российской Федерации, из них регулярно — на стационарных постах в 255 городах и поселках, в большинстве из которых измерялись концентрации от 5 до 25 ингредиентов. Общий объем определений содержания вредных веществ в атмосферном воздухе городов и населенных пунктов за год составляет около 4 млн. проб.

Степень загрязнения почв оценивается по результатам более 30—50 тыс. определений из проб, отбираемых в отдельные годы в 300—500 хозяйствах.

Загрязнение поверхностных вод суши контролируется по всем основным водотокам и водоемам. Так, за год отбирается и анализируется почти 40 тыс. проб воды, выполняется около 950 тыс. определений по 158 гидрохимическим показателям. Гидробиологическими наблюдениями охватывается 218 водных объектов.

Наблюдения за загрязнением морской среды по гидрохимическим показателям проводят 623 морские станции.

Сеть станций наблюдения трансграничного переноса вредных веществ ориентирована на западную границу РФ. На трех станциях наблюдения проводится отбор проб на атмосферный аэрозоль, диоксиды серы и азота, а также отбор проб атмосферных осадков.

Система контроля загрязнения снежного покрова на территории России осуществляется на 645 метеостанциях, охватывая площадь > 17 млн. км². В пробах определяются ионы сульфата, нитрата, аммония, значения pH, а также бенз(а)пирен и тяжелые металлы.

Сеть системы глобального атмосферного фоновый мониторинга (БАПМОН) состоит из станций трех типов: базовых, региональных и региональных с расширенной программой.

На территории России 6 станций комплексного фоновый мониторинга (СКФМ) расположены в биосферных заповедниках. Создана система мониторинга важнейших компонентов атмосферы: озона, диоксида углерода, оптической плотности аэрозоля, химического состава осадков, атмосферно-электрических

***Каждая из систем
российского отраслевого
мониторинга в
настоящее время
функционирует по
самостоятельной
программе, практически
не скоординированной с
другими программами.***

характеристик. Наблюдения за этими компонентами входят в обязательную программу исследований в рамках ГСА (глобальной службы атмосферы) БАПМОН, а входящие в них станции являются частью глобальных международных наблюдательных сетей.

Наблюдения за радиационной обстановкой на территории РФ ведутся ежедневно. Более чем на 1600 метеостанциях измеряются уровни радиации на местности, на 300 пунктах — уровни радиационных выпадений (на 50 из них — концентрации). Кроме того, проводятся интенсивные работы по обследованию территорий, пострадавших после аварии на Чернобыльской АЭС.

В Росгидромете создана система оперативного выявления и расследования опасных эколого-токсикологических ситуаций, связанных с аварийным загрязнением окружающей природной среды.

Экомониторинг Московского региона

Рассмотрим проблемы отечественного экологического мониторинга на примере Москвы и Московской области. Но сначала коротко оценим состояние экологической обстановки.

Московский регион — один из крупнейших урбанизированных регионов мира. Здесь на площади 0,3% территории страны проживает почти каждый десятый россиянин — около 16 млн. человек.

По утверждению специалистов Московского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (МосЦГМС), ежегодно в атмосферу столицы выбрасывается около 1,2 млн. т вредных веществ. В городе выявлено 58 зон экологического риска, где загрязненность воздуха токсичными веществами пятикратно превышает уровень ПДК, а в 25 местах зарегистрировано десяти- и даже тридцатикратное повышение. В Москве сейчас насчитывается 19 зон стабильного неблагоприятного состояния атмосферы (рис. 2.2).

Крайне неблагоприятная обстановка сложилась на северной окраине (Северный и Северо-Восточный округа), а также в юго-восточном секторе города (Юго-Восточный и Южный округа). Они занимают примерно 17 % площади Москвы.

Самым грязным воздухом дышат те, кто живет близ транспортных, особенно автомобильных, магистралей. По данным Москомприроды, автомобильный транспорт ежегодно выбрасывает 1,5 млн. т отравляющих веществ. Это в пять раз больше, чем выбросы всех столичных предприятий!

Московская область — крупнейший регион России с мощным народнохозяйственным комплексом, который оказывает сильнейшее влияние на среду обитания около 16 млн. жителей Москвы и Подмосковья. На состояние окружающей среды в области оказывает негативное воздействие деятельность более 3 тыс. подмосковных предприятий, солидная часть которых связана с экологически опасными производствами.

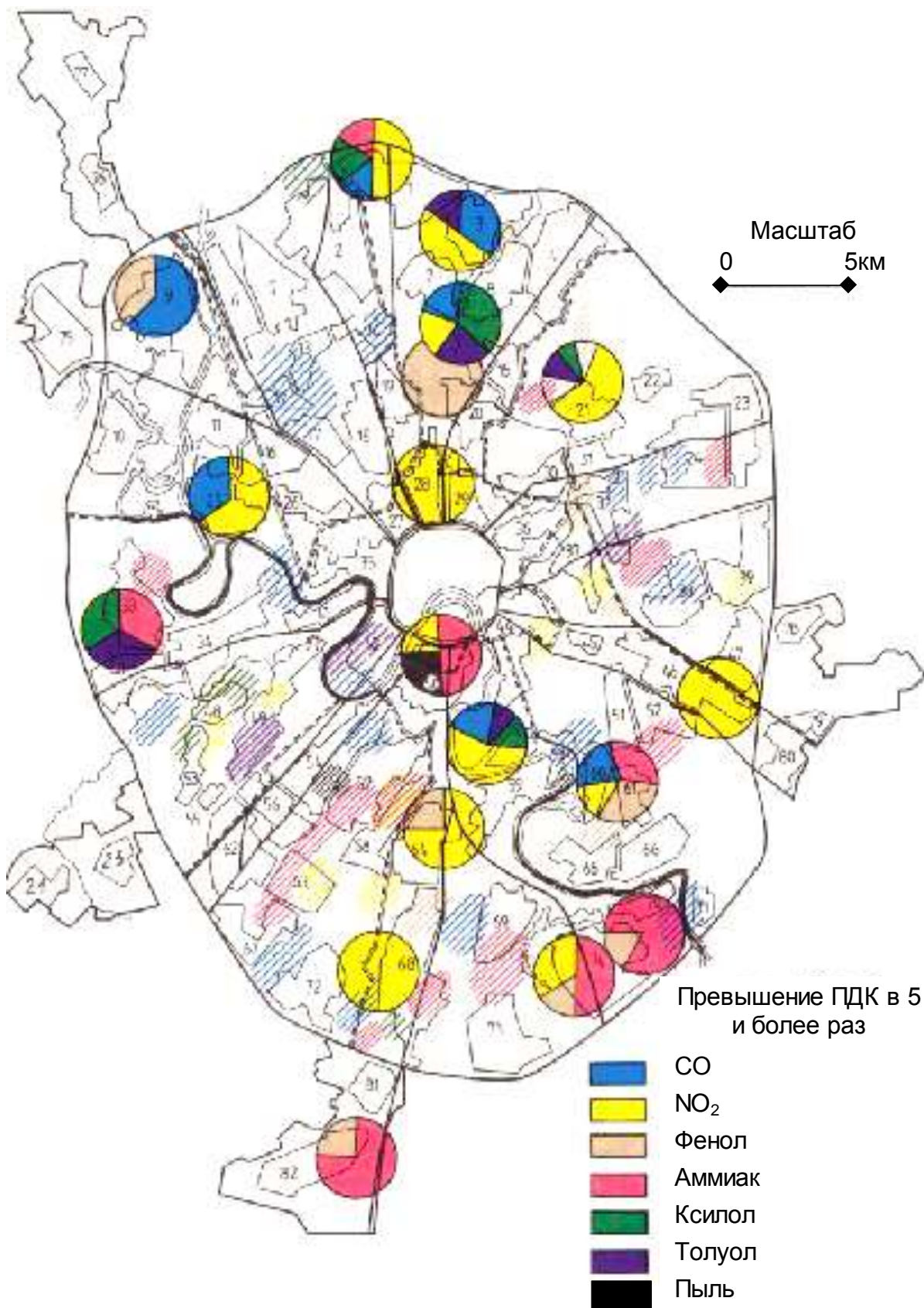


Рис. 2.2. Загрязнение атмосферного воздуха в Москве в 1992 г.

Самыми грязными считаются южное и восточное направления области. На юге это Подольск, Климовск, Серпухов. В Подольске суммарные выбросы пыли и газов достигают 200 т в сутки. Территории этих городов и прилегающие к ним земли известны грунтовыми водами с наибольшим комплексным хозяйственно-бытовым загрязнением. Не лучшая картина и на востоке области. Среди самых грязных городов можно отметить Люберцы и Ногинск. Здесь пылевая нагрузка на поверхность грунтов в 30 раз и более превышает фон.

Север Московской области — более благополучный, за исключением города Дмитрова. На северо-западе особо следует отметить город Клин. Там сильно развиты тяжелая и химическая промышленность, станкостроение. Они выбрасывают в год 3340 т сероуглерода, 378 т сероводорода, 0,5 т ртути.

Самая благоприятная экологическая обстановка в Московской области на западе. Но и здесь между Волоколамском и Клином пахотные земли загрязнены тяжелыми металлами.

В Московской области и Москве имеются значительные площади радиоактивного загрязнения.

В столице имеется 1500 предприятий, использующих ядерные установки и радиоактивные материалы. Наибольшую опасность представляют 769 предприятий, в результате работы которых образуются радиоактивные отходы.

Участки комплексного технологического загрязнения окружающей среды локализуются в бассейнах рек Сестра, Клязьма, Пахра, Москва, Нара. На большей части Московской области состояние водных объектов удовлетворительное.

Относительно удовлетворительная обстановка на 60% области, преимущественно в ее западной части. Напряженная обстановка зафиксирована на 25% территории. Критическая экологическая обстановка сложилась примерно на 15% территории области, в зоне концентрации крупных промышленных центров. Это в первую очередь город Москва и ее промышленное обрамление — города Химки, Мытищи, Балашиха, Люберцы, Дзержинский, Жуковский, Домодедово, Подольск.

К сожалению, приходится констатировать, что Московский регион по остроте экологической ситуации стоит на втором месте в России после Кольского полуострова. Поэтому имеет место такой печальный итог:

- москвичи живут на 10—15 лет меньше, чем в среднем по стране;
- московские дети болеют в 2,5 раза чаще, чем в среднем по стране;
- у москвичей более высокий процент онкологической заболеваемости и смертности, чем в среднем по стране.

Среди московских детей практически здоровы: новорожденные — 54%; в возрасте до 7 лет — 23%; в старших классах — 10%.

Среди московских детей практически здоровы: из числа новорожденных — 54%; в возрасте до 7 лет — 23%; в старших классах — 10%.

Как видим, в условиях городов-мегаполисов типа Москвы проблемы взаимодействия человека и окружающей среды чрезвычайно обостряются.

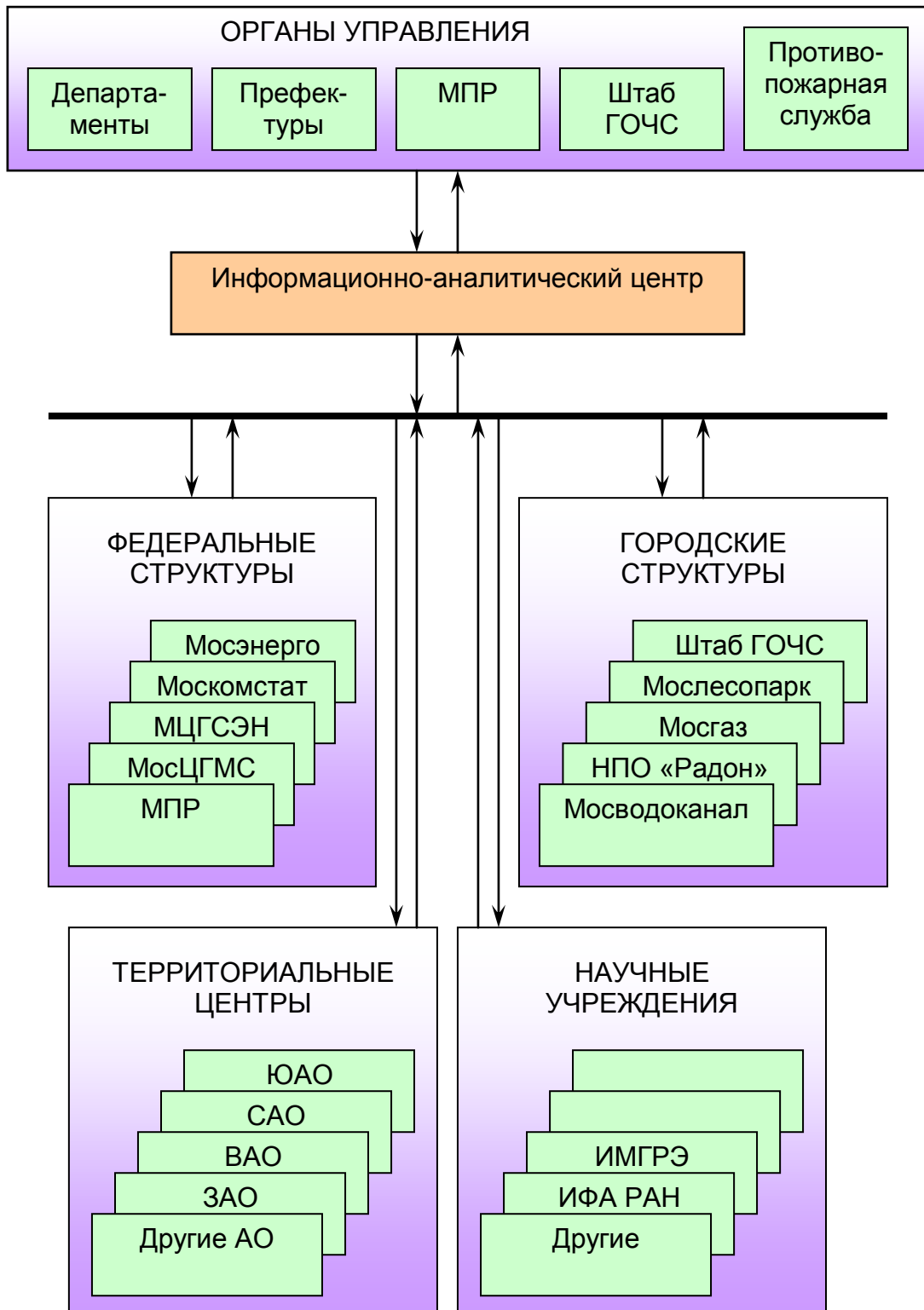


Рис. 2.3. Общегородская система экомониторинга Москвы

Для успешного решения этих проблем в Москве создана общегородская система управления состоянием окружающей среды в реальном времени, включая воздушный, водный бассейны и почву. Эта система преследует две цели: поддержание состояния окружающей среды на некотором заданном уровне и создание экологической обстановки, способствующей улучшению здоровья (рис. 2.3) [3].

Система мониторинга строится как двухуровневая. На первом уровне находятся специализированные федеральные, городские и ведомственные подсистемы экологического мониторинга. Собранная ими экологическая информация передается на второй уровень — в общегородской информационно-аналитический центр. После обработки информация о состоянии окружающей среды передается в исполнительные структуры правительства Москвы.

Система мониторинга воздушного бассейна Москвы предназначена для проведения непрерывных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха и метеорологическими условиями, а также для оценки этого состояния, чтобы принять меры по предотвращению ущерба здоровью населения и городскому хозяйству.

Для этого необходима следующая информация:

1. Характеристики эталона качества воздушного бассейна (в наиболее распространенном виде — нормы предельно допустимых концентраций различных загрязнителей).
2. Характеристики состояния воздушного бассейна (включая сведения о метеорологических параметрах и данные о загрязнении воздуха) за различные промежутки времени.
3. Характеристики выбросов вредных веществ в атмосферу.
4. Краткосрочные и долгосрочные прогнозы уровня загрязнения атмосферы с учетом ожидаемых изменений погоды и характеристик выбросов.

В состав сети мониторинга атмосферного воздуха входят: пункты наблюдений, стационарные и передвижные посты наблюдений, стационарные лаборатории для анализа проб атмосферного воздуха, центры сбора и обработки информации.

Пункты наблюдений — точки, в которых систематически или по специальной программе измеряются параметры атмосферного воздуха на территории города. Измерения концентраций загрязнителей выполняются либо непосредственно на месте при помощи газоанализаторов, устанавливаемых в стационарных или передвижных постах, либо в специальных лабораториях, где анализируются отобранные в пункте наблюдения пробы.

Посты располагаются в жилых районах, в центральной части и в районах, наиболее подверженных скоплению вредных примесей. При этом учитывается, что повышенная концентрация чаще всего наблюдается около неорганизованных источников (например, автомагистралей) и на расстоянии,

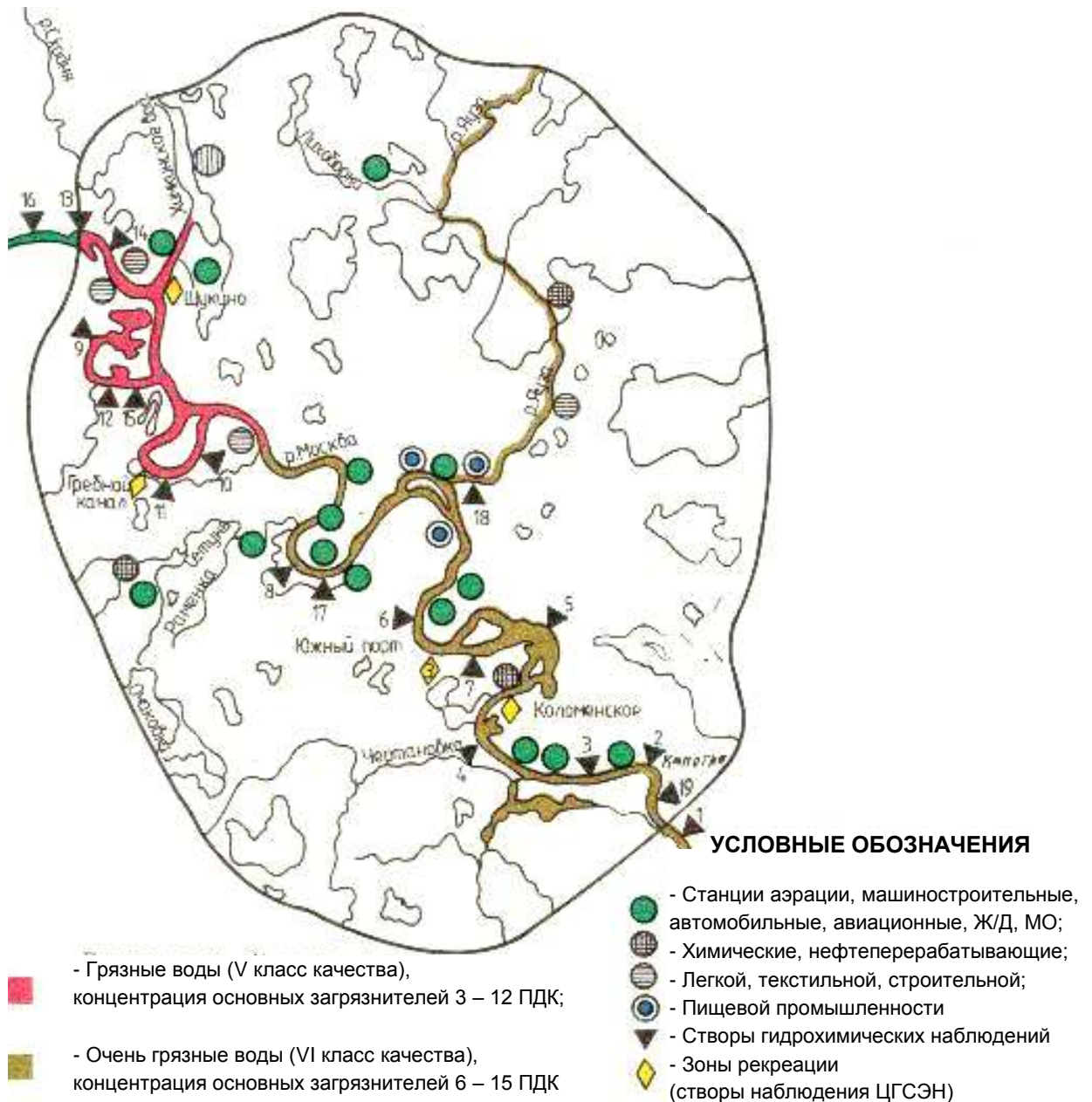


Рис. 2.4. Схема мониторинга и состояние поверхностных водоёмов Москвы в 1992 г.

примерно в 10 — 40 раз больше высоты трубы, от организованных источников.

Имеются два центра сбора и обработки информации: на базе Москомприроды*, где обрабатываются и анализируются сведения об источниках выбросов вредных веществ в атмосферу, и на базе МосЦГМС, где обобщаются и анализируются данные о состоянии загрязнения

* Упразднен в мае 2000 г. Указом Президента РФ. Полномочия переданы Министерству природных ресурсов РФ.

воздушного бассейна, метеорологических и климатических характеристик атмосферы.

Мониторинг водных объектов представляет собой отдельную (автономную) систему.

Одним из основных принципов, на которых основано проектирование мониторинга водных объектов, является принцип единства природных вод, что предполагает в качестве конечного результата сеть наблюдений за атмосферными, поверхностными и подземными водами.

Объекты мониторинга были выбраны исходя из интересов к водным объектам, которые свойственны населению любого крупного города, в данном случае Москвы (рис. 2.4). Географически они охватывают обширные территории Московского региона и даже выходят за его пределы. Каждый из них обладает достаточной самостоятельностью и целостностью, т.е. может рассматриваться как система. К водным объектам Московского региона относятся: источники водоснабжения; станции водоподготовки; системы подачи, распределения воды, существующие узлы; системы водоотведения, канализационные насосные станции, станции очистки сточных вод; водные объекты в черте города, системы сбора и отвода поверхностных вод.

В настоящее время существует ряд организаций, которые в своей работе опираются на данные мониторинга водных объектов Москвы и Московской области. Основные из них:

- оперативные службы Управления водоснабжения и Управления канализации объединения «Мосводоканал»,
- санитарно-эпидемиологическая служба Москвы,
- служба Московского центра по гидрометеорологии и контролю природной среды,
- служба Министерства природных ресурсов.

В качестве пунктов наблюдения могут рассматриваться существующие и проектируемые гидрометеорологические посты и станции:

1. Подвижные посты наблюдений. В основном это передвижные лаборатории, располагающие специальным оборудованием для выполнения оценок количественных и качественных показателей состояния водных объектов дистанционными, автоматизированными или автоматическими методами. На судоходных участках рек, озер и водохранилищ могут применяться плавсредства.

2. Автономные посты наблюдений. Это автоматические станции контроля качества воды, работающие в автономном режиме, как на природных водных объектах, так и в рамках технических систем. Автономные, пункты наблюдения могут оказаться наиболее эффективными при выполнении мониторинга для изучения локальных особенностей формирования состояния водных объектов.

3. Станции мониторинга. Это организации, которые, прежде всего, выполняют стационарные исследования в соответствии с программой водного мониторинга. Они включают лаборатории, способные производить

анализы показателей состояния водных объектов (например, гидрохимические и гидробиологические лаборатории), независимо от того, выполняются они вручную или методами автоматического отбора проб и автоматического определения показателей. В их обязанности входят сбор, анализ, первичная обработка и обобщение исходных данных самой станции и

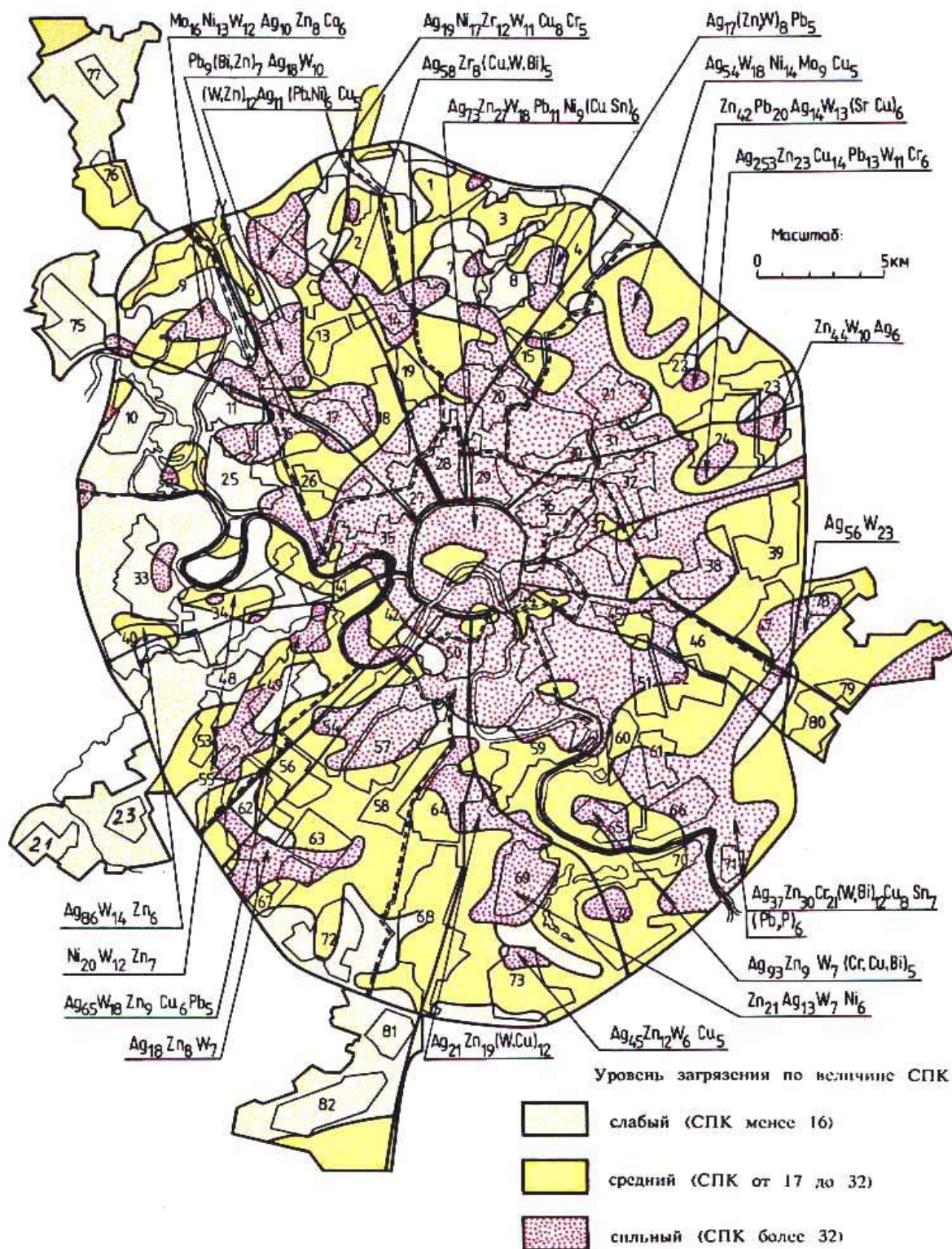


Рис. 2.5. Загрязнение почв в Москве (данные 1992 г.)

относящихся к ней постов наблюдения, представляющих собой часть сети наблюдений. Станции иногда называют региональными узлами, или обсерваториями. Наконец, станция должна обеспечить передачу информации в центры экологического мониторинга.

Земельные ресурсы в Москве подвержены загрязнению и захламлению. Инспекциями Москомприроды выявлено более 100 несанкционированных свалок твердых бытовых и промышленных отходов и строительного мусора, площадь которых равна 280 га. Загрязнение почв максимально в Центральном, Восточном и Юго-восточном административных округах, что обусловлено как историческими причинами, так и наибольшей концентрацией промышленных предприятий.

В результате мониторинга почв, проведенного Московской геохимической экспедицией, составлена ориентировочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю качества (СПК) химическими элементами (рис. 2.5). При величине этого показателя до 15 единиц почва не представляет опасности для здоровья населения. Уровень от 16 до 32 приводит к некоторому увеличению общей заболеваемости детей. На четвертой части Москвы (220 км²) величина этого показателя выше 32, а точнее, колеблется от 32 до 128 единиц. Отсюда понятно, почему у живущих здесь москвичей значительно выше, чем в среднем по городу, общая заболеваемость, особенно у детей. А там, где СПЗ выше 128 единиц (относительно небольшая территория), болеют и дети, и взрослые, особенно страдает репродуктивная функция женщин.

Контрольные вопросы

- Что такое экологический мониторинг?
- Каковы основные цели и задачи экологического мониторинга?
- Что представляет собой структура системы экомониторинга?
- Какие подсистемы входят в состав экомониторинга?
- Как организован экомониторинг в России?
- Как можно охарактеризовать экологическую обстановку в Московском регионе?
- Как осуществляется управление экомониторингом Москвы?
- Как осуществляется мониторинг атмосферного воздуха, воды и почв в Москве?

Литература

-
- 1 Экология. Учеб. пособие под общей ред. Боголюбова С.А. – М.: Изд-во «Знание», 1999. – 286 с.
 - 2 Горелик Д.О., Конопелько Л. А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. — М., 1992.
 - 3 Проблемы экологии Москвы / Под ред. Е. И. Пупырева. — М., 1992.

МОДУЛЬ 3. Экологические аспекты автомобильного транспорта

Экологические проблемы автомобилизации

Рост числа автотранспортных средств (АТС) во всём мире сопровождается возникновением и обострением разнообразных экологических проблем. Наиболее важными видами негативного воздействия транспорта на состояние окружающей среды и здоровье населения являются:

- выбросы в атмосферу загрязняющих веществ и “парниковых” газов;
- сбросы загрязняющих веществ со сточными водами, приводящие к загрязнению поверхностных водоемов, грунтовых вод, морских акваторий, проливы топливо-смазочных материалов;
- образование твердых отходов, загрязняющих почвы и захламляющие большие территории;
- шум, вибрации, электромагнитные излучения;
- широкомасштабное отчуждение земель под строительство объектов транспортной инфраструктуры и соответствующие ландшафтные изменения;
- аварии на транспорте.

Экологические проблемы, связанные с функционированием автотранспорта, усугубляются высокими темпами роста российского автомобильного парка. На начало 1999 года его численность составила 25,44 млн. автотранспортных средств, включая 18,81 млн. легковых автомобилей, 4,26 млн. грузовых автомобилей, 0,63 млн. автобусов и 1,66 млн. прицепов и полуприцепов. Динамика роста российского автомобильного парка является одной из самых высоких в мире, что связано, в первую очередь, с увеличением числа легковых автомобилей, составившим за период с 1992 по 1999 год от 6 до 12% в год. Этот процесс происходит в условиях существенного отставания экологических показателей отечественных автотранспортных средств и используемых моторных топлив от достигнутого мирового уровня, а также отставания в развитии и техническом состоянии улично-дорожной сети. Характерной чертой автомобильного парка России является также быстрый рост доли АТС зарубежного производства, значительная часть которых (более 60%) составляют подержанные автомобили с возрастом более 4-5 лет. В 1997 году легковые автомобили, произведённые в странах Европы, США, Японии, Кореи или по лицензии ведущих автомобильных фирм в странах СНГ,

Экологические проблемы, связанные с функционированием автотранспорта, усугубляются высокими темпами роста российского автомобильного парка.

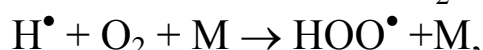
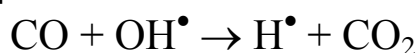
составили 12,2% парка легковых автомобилей. В Москве доля таких автомобилей достигала 17% [1]. Несмотря на интенсивный рост автомобильного парка, его средний возраст остаётся значительным и составляет в целом по стране порядка 10,5 лет. Средний возраст автомобильного парка в отдельных регионах России колеблется от 9,4 до 13,6 лет.

Негативные последствия автотранспортной деятельности наиболее остро проявляются в крупных городах и мегаполисах, а также на территориях, характеризующихся интенсивным движением транспорта. Для населения, проживающего на таких территориях, существует реальная угроза здоровью в связи с загрязнением воздуха выбросами автотранспорта и сверхнормативным шумовым воздействием от транспортных потоков. Численность городского населения, проживающего в условиях акустического дискомфорта с превышением допустимых уровней шума на 5 - 30 дБА, составляет по последним оценкам не менее 30 млн. человек. Повышенному риску необратимой потери здоровья в результате загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом подвержено примерно 10 - 15 млн. горожан.

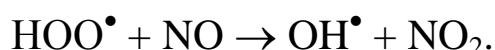
Автотранспортные средства при движении загрязняют атмосферный воздух отработавшими газами (ОГ) двигателей, картерными газами, испарениями топлива и трансмиссионных масел, пылью и аэрозолями, образующимися при износе дорожного полотна, шин, тормозных колодок и дисков сцепления. Кроме того, при перевозке некоторых видов грузов также выделяются многочисленные загрязнения.

Попав в атмосферу, эти вещества могут при определенных метеоусловиях образовывать новые токсичные соединения, подчас более опасные, чем исходные компоненты. Наиболее яркий пример – образование фотохимического смога.

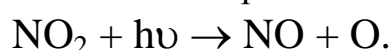
На начальных стадиях образования смога решающую роль играет монооксид углерода (CO) [2]:



где M – частицы, участвующие в столкновениях, но не вступающие в реакции, например, N₂. Образующийся при этом радикал *пероксида водорода* окисляет NO до NO₂:

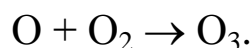


Ночью NO₂ стабилен. Днем под влиянием солнечного света NO₂ фотолитически расщепляется на NO и атомарный кислород:

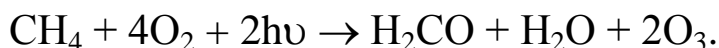


Попав в атмосферу, автомобильные выбросы могут образовывать новые токсичные соединения, подчас более опасные, чем исходные компоненты.

Этот активный кислород может давать озон:



Кроме того, озон может образовываться и по следующим механизмам:



В дальнейшем озон вступает в реакции с углеводородами, образуя альдегиды и кетоны. Углеводороды, взаимодействуя с оксидами азота, образуют различные соединения, наиболее опасным из которых является ПАН ($CH_3COO_2NO_2$), который вступает в реакцию с ферментами живых организмов.

Такое сложное положение обуславливает необходимость ясного осознания существа проблемы и тщательного изучения способов, которые могут снизить количество вредных выбросов автотранспортом.

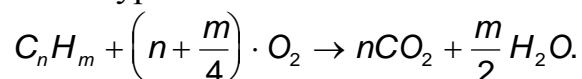
Основные загрязнители воздуха, выбрасываемые автомобилями, и их влияние на человека и окружающую среду

Среди загрязнителей, выбрасываемых с ОГ ДВС, особенно опасными для окружающей среды и здоровья человека являются диоксид (CO_2) и монооксид (CO) углерода, оксиды азота (NO_x) и серы (SO_x), углеводороды (CH) и твёрдые частицы.

Диоксид углерода

По оценкам немецких ученых [3], природный объем поступления CO_2 в атмосферу составляет 600000 млн.т/год, в то время как антропогенный – 22000 млн.т/год. Атмосферный CO_2 находится в состоянии постоянного обмена с почвой, водами и живыми организмами (см. *цикл углерода*). Природный CO_2 образуется в результате вулканической деятельности, выветривании горных пород, дыхании животных и растений, лесных пожаров и окислении гумуса почвы. Антропогенный CO_2 образуется при полном окислении углеродсодержащего топлива – угля, нефтепродуктов, газа, древесины. В качестве примера разберем процесс образования CO_2 в двигателях внутреннего сгорания (ДВС).

Химическая реакция полного сгорания углеводородов может быть выражена стехиометрическим уравнением:



Из данного уравнения следует, что максимально возможная концентрация CO_2 в сухих продуктах сгорания различных горючих материалов зависит прежде всего от их элементарного состава, а не от

Количество выбросов CO_2 зависит в первую очередь от элементарного состава топлива.

эффективности процесса [4]. При сжигании более тяжёлого топлива образуется большее число молекул CO₂, чем при сжигании лёгких топлив. Однако, в реальных конструкциях АТС величина выбросов CO₂ зависит от эффективности сгорания топлива: автомобили, работающие на дизельном (более тяжёлом) топливе, благодаря своей экономичности, на единицу пробега выбрасывают примерно на 20% меньше CO₂, чем автомобили, работающие на бензине (более лёгком топливе) и по этому показателю сравнимы с автомобилями, работающими на самом «простом» углеводородном топливе - природном газе (метане).

Попавший в атмосферу CO₂ остается в ней в среднем 2 – 4 года. За это время он распространяется по всей земной поверхности, входя в состав атмосферы. Влияние CO₂ выражается не столько в токсическом действии на живые организмы, сколько в способности поглощать инфракрасные лучи, испускаемые Землёй, и тем самым увеличивать «парниковый эффект».

Монооксид углерода

Монооксид углерода (СО) или *угарный газ* образуется в природе в результате вулканической деятельности, пожаров и окисления метана, который в свою очередь является результатом микробиологических процессов окисления органики. Суммарное ежегодное поступление природного СО в атмосферу оценивается в 3800 млн.т. [2]. К естественным источникам поступления СО добавляются антропогенные выбросы (500 млн.т/год), которые в первую очередь связаны с автотранспортом. Монооксид углерода является продуктом неполного сгорания углеводородного топлива в ДВС.

Стехиометрическое (теоретически необходимое) количество сухого воздуха (кг), необходимое для полного окисления 1 кг топлива можно рассчитать по формуле*:

$$l_0 = \frac{4,32 \cdot 16 \cdot \left[2 + 0,5 \frac{H}{C} - \frac{O}{C} + 2 \frac{S}{C} + 1 \frac{N}{C} \right]}{\left[12 + \frac{H}{C} + 16 \frac{O}{C} + 32 \frac{S}{C} + 14 \frac{N}{C} \right]}, \quad (1)$$

где H, C, O, S, N - элементарный состав топлива, % массы. Когда действительное воздухо-топливное соотношение смеси, поступающей в ДВС выше стехиометрического, то такая смесь обладает избытком воздуха и называется "бедной". Наоборот, когда действительное соотношение ниже стехиометрического, сгорание топлива неполное и смесь "богатая". В этом случае в ОГ будут

Количество выбросов СО зависит в первую очередь от состава горючей смеси.

* По SAE J1829 MAY 92

содержаться продукты неполного сгорания, основным из которых является СО. Однако даже при сгорании бедных смесей со значительным избытком воздуха (в дизелях) вследствие локальных различий в составе смеси образуется СО. Тем не менее, концентрация СО в отработавших газах дизелей на порядок меньше, чем в ОГ бензиновых ДВС.

Реакции образования СО протекают в восстановительных зонах - у стенок камеры сгорания, на периферии факела, в зазорах между поршнем и цилиндром.

Поскольку СО – продукт неполного сгорания топлива, увеличению его эмиссии способствует работа ДВС на богатых смесях, низкая температура окружающей среды, образование отложений на деталях двигателя и топливной системы. При холодном пуске ДВС образование СО идет в 2 – 5 раз интенсивней, чем при работе прогретого двигателя [5].

Таблица 3.1

Признаки отравления при различном содержании комплекса [Hb][CO] в крови

Концентрация СО в воздухе, % (об.)	Содержание [Hb][CO] в крови, %	Клинические симптомы
0,006	10	Ослабление зрения, легкая головная боль
0,013	20	Боли в голове и теле, утомляемость, временная потеря сознания
0,02	30	Потеря сознания, паралич, нарушение дыхания и жизнедеятельности
0,066	50	Полная потеря сознания, паралич, прекращение дыхания
0,075	60	В течение часа наступает летальный исход

Монооксид углерода представляет опасность для человека, прежде всего потому, что он может связываться с гемоглобином крови, а также тем, что он участвует в образовании смога.

Сродство гемоглобина (Hb) к СО в 300 раз выше, чем к кислороду. Реакция гемоглобина с O₂, как и реакция с СО, подчиняется закону действующих масс, поэтому можно записать:

$$\frac{[Hb] \cdot [CO]}{[Hb] \cdot [O_2]} = \frac{300 \cdot C_{CO}}{C_{O_2}}, \quad (2)$$

где $[\text{Hb}][\text{CO}]$ – количество гемоглобина, соединившегося с CO;
 $[\text{Hb}][\text{O}_2]$ – количество гемоглобина, соединившегося с O₂;
 $C_{\text{CO}}, C_{\text{O}_2}$ – концентрации CO и O₂ во вдыхаемом воздухе.

Подставляя в уравнение одинаковые количества $[\text{Hb}][\text{CO}]$ и $[\text{Hb}][\text{O}_2]$, и учитывая, что концентрация кислорода в воздухе составляет около 21%, находим концентрацию CO, необходимую для того, чтобы связать столько же гемоглобина, сколько связывает и атмосферный кислород:

$$C_{\text{CO}} = \frac{21}{300} \cong 0,066 \%, \quad (3)$$

Иначе говоря, концентрация CO = 0,066% (об.) в атмосфере достаточна для того, чтобы связать половину гемоглобина крови. В этом случае уже могут наблюдаться серьезные нарушения здоровья (табл. 3.1).

Непрерывное выделение CO наряду с его относительно длительным нахождением в атмосфере (до 3 лет [5]) должно было бы привести к большому увеличению концентрации CO в воздухе, чем это наблюдается фактически. Такому накоплению CO препятствуют высшие растения, водоросли и особенно микроорганизмы почвы. Растения связывают CO с помощью аминокислоты *серина*, а почвенные микроорганизмы либо переводят его в органические соединения, либо окисляют до CO₂.

Оксиды азота

Содержанию *оксидов азота* в атмосфере уделялось недостаточно внимания в течение длительного времени. Только в последние годы они стали предметом дискуссий об окружающей среде. Природные загрязнения атмосферы оксидами азота связаны с электрическими разрядами, при которых образуется NO, а в последствии NO₂ (всего около 700 млн.т/год*). Основная часть оксидов азота образуются при переработке почвенными микроорганизмами нитратов. Особенно интенсивно эти процессы идут на залитых водой рисовых чеках и на переуплотненных обочинах дорог. В этом процессе, названном *денитрификацией*, образуется N₂O (145 млн.т/год).

Оксиды азота антропогенного происхождения (57 млн.т/год) главным образом образуются в процессах сгорания топлив как продукт окисления азота воздуха при температурах выше 1000⁰С. Главным источником выбросов NO_x является автотранспорт. На его долю приходится около 65% выбросов этих газов.

В продуктах сгорания двигателей могут одновременно присутствовать шесть соединений азота с кислородом: N₂O, NO, N₂O₃, NO₂, N₂O₄, N₂O₅. При реализации в двигателях рабочего процесса с максимальными температурами цикла порядка 1500 – 2500⁰С преобладающим в выбросах из окислов азота становится NO (99% в двигателях с искровым зажиганием и более 90% в дизелях). Считается, что в процессе горения NO может образовываться

* В пересчете на NO₂

следующими путями: при высокотемпературном окислении азота воздуха (термический NO), в результате низкотемпературного окисления азотосодержащих соединений моторного топлива (топливный NO), а также вследствие столкновения углеводородных радикалов с молекулами азота в зоне реакций горения при наличии пульсаций температуры (быстрый NO). Окисление азота воздуха зависит как от температуры, так и от концентрации свободного кислорода. Поэтому в бензиновых ДВС и дизелях выбросы оксидов азота примерно одинаковы.

Все оксиды азота физиологически активны и поэтому опасны для человека. Оксид азота (NO) – не раздражает дыхательные пути, и поэтому человек может его не почувствовать. При вдыхании NO образует с гемоглобином нестойкое соединение, которое препятствует переносу кислорода. Диоксид азота (NO₂) – желто-коричневый газ, который в виде характерной дымки можно визуальнo наблюдать над автомагистралями. Этот газ разрушает легкие и слизистые оболочки, в больших концентрациях вызывает отек легких. Диоксид азота NO₂ принимает участие в образовании кислотных дождей и в реакциях образования и превращений тропосферного* озона (см. *фотохимический смог*).

Оксиды азота (NO_x) в ДВС интенсивно образуются при высокой температуре и наличии свободного кислорода.

Углеводороды

К *углеводородам* относят большую группу органических соединений природного и антропогенного происхождения. Среди природных углеводородов особо выделяют метан (CH₄), ежегодное поступление в атмосферу которого оценивается в 1600 млн.т. Этот газ образуется в основном в процессах *анаэробной* (т.е. без доступа кислорода) переработки органического вещества микроорганизмами.

Основная масса углеводородов антропогенного происхождения (200 млн.т/год) образуются при испарении жидких и утечках газообразных топлив, сжигании углеводородных топлив как результат их неполного сгорания, при нанесении лакокрасочных покрытий (испарения), при добыче, переработке и распределении нефтепродуктов, а также в быту (аэрозоли, растворители и т.д.).

На долю углеводородов, выбрасываемых с ОГ АТС, приходится всего около 20% всей их эмиссии. Однако если испарения топлив относительно безвредны, то в ОГ присутствуют углеводороды с повышенной

* Атмосфера, как известно, состоит из нескольких оболочек. Тропосфера (высота до 10 км) и стратосфера (от 10 до 40 км) - наиболее подвержены антропогенному воздействию.

токсичностью. В составе ОГ автомобильных двигателей присутствуют углеводороды, образующиеся двумя путями:

- в результате реакций цепочно-теплого взрыва (пиролиза, синтеза), когда образуются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), альдегиды, кетоны, фенолы,
- в результате неполного сгорания топлива.

Наибольшим уровнем токсичности, сравнимым с токсичностью всех остальных ПАУ, отличается бенз(α)пирен, адсорбируемый в виде твердых иглообразных образований на поверхности сажи. Этот продукт образуется при 800-900 °С. На переменных режимах – при разгонах и замедлениях – количество выбрасываемого бенз(α)пирена повышается примерно в 10 раз и еще в 10 раз – при запуске холодного двигателя. Установлено, что основной причиной образования бенз(α)пирена является наличие в топливе бензола и других ароматических соединений [5]. Поэтому в настоящее время содержание ароматических компонентов в топливах нормируется. Так, в европейском бензине содержание бензола не должно превышать 5% (об.), в Калифорнии – не более 1% (об.). В дизельном топливе по калифорнийским стандартам ароматических углеводородов должно быть не более 10%, а полиароматических – не более 1,4%.

Несгоревшие углеводороды остаются в зазорах, которые малы для распространения пламени (между поршнем и стенкой цилиндра, над первым поршневым кольцом, вокруг клапанов), а также в "замороженных" слоях у стенок цилиндра и переобогащенных зонах пространства камеры сгорания, где происходит пиролиз. Рост количества несгоревших углеводородов наблюдается и при работе двигателя на переобогащенных смесях из-за гашения пламени или пропуска зажигания.

В последнее время в связи с введением соответствующих норм особое внимание уделяется испарению низкокипящих олефиновых углеводородов из системы питания АТС (топливного бака, поплавковой камеры карбюратора и впускного патрубка воздушного фильтра).

Испарение топлива представляет сочетание двух процессов: "вырывания" молекул углеводородов с поверхности жидкого топлива с образованием слоя насыщенных паров и диффузии паров из этого слоя в окружающую среду.

Углеводороды топлив наносят природе и человеку большой вред. Вымываясь из воздуха в водоемы, они нарушают теплообмен и газообмен между гидросферой и атмосферой. В результате окисления углеводородов

***Несгоревшие СН
остаются в зазорах
камеры сгорания, а также
в "замороженных" слоях у
стенок цилиндра и
переобогащенных зонах.
Растут выбросы СН и при
работе двигателя на
переобогащённых смесях из-
за гашения пламени.***

вода обедняется кислородом. Метан является в 25 раз более активным «парниковообразующим» газом, чем CO_2 . Насыщенные и особенно непредельные углеводороды, характеризующиеся высокой химической активностью, вступают в различные реакции с озоном и оксидами азота, образуя компоненты *фотохимического смога*.

Для человека наиболее опасны углеводороды ароматического ряда, особенно – бензол и ПАУ. Согласно установившемуся мнению, токсическое действие бензола объясняется токсичностью продуктов его окисления в организме, особенно фенолов и полифенолов, которые нарушают *ферментные** процессы в клетках.

Конденсированные ароматические углеводороды: бенз(α)пирен, дибензантрацен, холатрен – характеризуются высокой канцерогенной активностью, вызывая появление злокачественных опухолей. Данная группа химически устойчивых соединений представляет особую опасность, т.к. они способны накапливаться в окружающей среде, в том числе и продуктах питания.

Некоторые ароматические углеводороды обладают сильными отравляющими свойствами, они воздействуют на процессы кроветворения, центральную нервную и мышечную системы. Углеводороды алифатического типа менее токсичны, но оказывают наркотическое действие на центральную нервную систему.

Диоксид серы

К природным источникам выбросов диоксида серы (20 млн.т/год) в первую очередь относятся вулканы, лесные пожары, морская пена и микробиологические превращения серосодержащих соединений. Диоксид серы (SO_2) антропогенного происхождения (150 млн.т/год) образуется при сгорании угля и нефтепродуктов, в металлургических производствах, при технологических процессах. Большая доля выбросов SO_2 (около 87%) приходится на энергетику и промышленность. Выбросы SO_2 напрямую связаны с содержанием серы в топливах. Уголь, в зависимости от месторождения, содержит от 0.2 до 5.5 % серы по массе, нефть – от 0,07 до 5%, мазут - в среднем 2.5%. Максимальное содержание серы в отечественных сортах дизельного топлива следующие: дизельное летнее и зимнее - 0.5 % по массе, дизельное высококачественное -

Выбросы SO_2 напрямую связаны с содержанием серы в топливах.

* Ферменты – это биологические катализаторы, вырабатываемые организмом и регулирующие все процессы обмена веществ. Заметим, что даже незначительное содержание катализатора заметно ускоряет химическую реакцию. Поэтому малейшее вмешательство в ферментативную систему может привести к серьезным нарушениям здоровья.

0.2%. В отечественных бензинах содержание серы значительно меньше - от 0.01 % (АИ-93 с ГЗК) до 0.12 % (А-76 этилированный). Наиболее жесткие нормы на предельное содержание серы в автомобильных топливах установлены в Калифорнии и Швеции. Калифорнийские нормы, например, требуют, чтобы серы в автомобильных бензинах было не более 0,003% (об.), а в дизельном топливе – не более 0,05% [5].

Время пребывания SO_2 в атмосфере в среднем исчисляется двумя неделями. Этот промежуток времени слишком мал, чтобы газ мог распространиться в глобальном масштабе. Таким образом, проблема SO_2 возникает в первую очередь в высокоразвитых промышленных странах и у их ближайших соседей. Легко растворимый в воде, образующий кислоту газ может разноситься на расстояние до 1500 км. В Средней и Северной Европе, а также в Северной Америке кислотные дожди стали важной международной проблемой и даже поводом для конфликтов.

У людей SO_2 раздражает слизистые оболочки, вызывая сильный кашель. В тяжелых случаях, может возникнуть отек легких. При длительном воздействии SO_2 пропадает чувствительность к запахам и вкусам. Хроническое отравление малыми дозами диоксида серы проявляется в виде головных болей, бессонницы, раздражении слизистой оболочки, а в некоторых случаях - хронического бронхита и конъюнктивита. Диоксид серы также оказывает вредное влияние на кроветворные органы - костный мозг и селезенку, а также вызывает нарушения в обмене углеводов. Особенно чувствительны к воздействию этого газа люди, подверженные аллергии, и астматики. Считают, что физиологическое действие SO_2 в первую очередь связано с образованием H_2SO_3 на влажных слизистых оболочках.

Пыль, аэрозоли и твёрдые частицы

Под атмосферной пылью понимают взвешенные в воздухе твердые частицы с диаметром более 1 мкм. Эти частицы трудно классифицировать химически, т.к. они могут представлять собой как частицы кварца, так и органические материалы самого различного происхождения, в том числе и цветочную пыльцу.

Аэрозоли представляют собой коллоидные системы, в которых дисперсионной средой служит, как правило, воздух. Диаметр диспергированных частиц, согласно определению коллоидных систем, лежит в пределах 0,1 – 0,001 мкм. В отличие от атмосферной пыли аэрозоли содержат не только твердые, но и жидкие частицы, образованные при конденсации паров или взаимодействии газов. Жидкие капельки могут содержать растворенные в них вещества. Обычно к аэрозолям относят и капельки диаметром 0,1 – 1 мкм, тогда как твердые частицы этого же размера характеризуют как тончайшую пыль.

Атмосферная пыль и аэрозоли могут иметь как природное, так и антропогенное происхождение. В результате природных процессов, частицы солей попадают в воздух из морской воды, минеральная пыль – из сухой

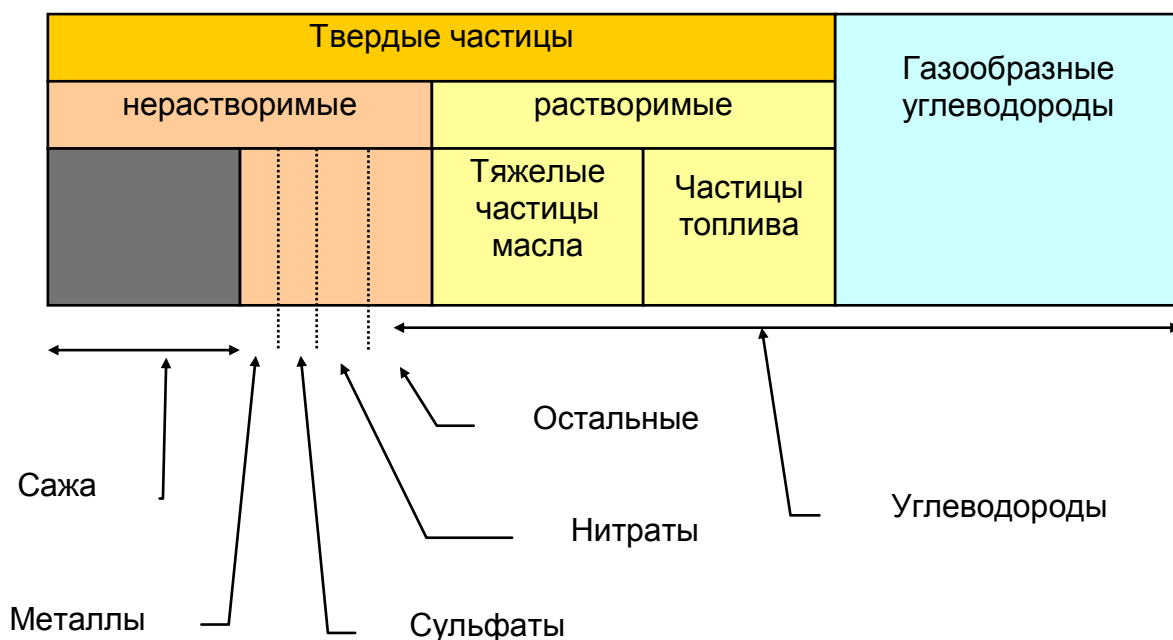


Рис. 3.1. Состав твердых частиц

почвы, пыль и зола – при вулканических извержениях, твердые частицы дымов – при лесных пожарах, органические частицы – в результате жизнедеятельности растений и животных, и, наконец, такие твердые продукты, как нитраты и сульфаты, образуются в результате газовых реакций.

Пыль и аэрозоли антропогенного происхождения образуются в результате промышленных выбросов, сжигания топлива, транспортных процессов. Кроме того, сельскохозяйственная деятельность нередко приводит к увеличению ветровой эрозии почв. Считается, что из 1670 мегатонн пыли и аэрозолей, ежегодно выносимых в атмосферу, значительно больше половины приходится на долю природных процессов [3].

Большую долю выбросов пыли и аэрозолей вносит автотранспорт. В настоящее время особое внимание уделяют выбросам твердых частиц с ОГ ДВС.

Под **твердыми частицами** понимают все вещества, собираемые в ходе специальных испытаний из выхлопных газов на бумажном фильтре при 51,7°C (125°F).

Таким образом, под это определение попадают также связанная вода и жидкие продукты неполного сгорания топлив и масел (рис. 3.14).

Твердые частицы с ОГ типичного дизеля с наддувом состоят на 68-75% из нерастворимых частиц и на 25-32% - из растворимых.

Сажа (твердый углерод) является основным компонентом нерастворимых твердых частиц. Выделение сажи из пламени происходит в диапазоне коэффициентов избытка воздуха 0,33 – 0,7. При наличии в

отрегулированных двигателях с внешним смесеобразованием и искровым зажиганием (бензиновых, газовых) практически гомогенной рабочей смеси вероятность появления таких обогащенных зон незначительна. Нет условий для роста и коагуляции первичных частиц, так как высокая температура рабочего тела после прохождения горячего пламени способствует интенсивному выгоранию образовавшейся сажи. У дизелей локальные переобогащенные топливом зоны образуются чаще, и в полной мере реализуются процессы сажеобразования. Поэтому значения выбросов сажи с ОГ дизелей являются на порядок большими, чем у двигателей с искровым зажиганием.

В состав твердых частиц кроме сажи входят соединения практически всех металлов, которые попадают в топливо вместе с присадками и примесями, а также при его контакте с металлическими поверхностями.

На образование твердых частиц влияют плотность топлива и его фракционный состав, цетановое число, наличие серы и ароматических углеводородов. Все эти показатели, за исключением серы, взаимосвязаны. Чем тяжелее фракционный состав и выше плотность топлива, тем больше ароматических углеводородов и соответственно твердых частиц в продуктах сгорания. Чем больше в топливе серы, тем выше выбросы сульфатов и связанной с ними воды, доля которых в составе твердых частиц может составлять 20%.

Свинец в составе твердых частиц (при использовании *этилированных** бензинов) присутствует в виде галогенидов свинца и соединений галогенидов аммония и свинца, которые образуются по сходному с сажей механизму.

Отработавшие газы ДВС – не единственный источник выбросов частиц автотранспортом. Большую опасность представляют выбросы асбеста, образующегося при износе фрикционных накладок сцеплений и тормозов, резиновая пыль, образующаяся при износе шин, а также продукты износа металлических деталей.

Время пребывания частиц в атмосфере и, следовательно, их распространение по земной поверхности зависит как от их величины и плотности, так и от скорости распространения ветров, а также от того, на какую высоту частицы были подняты первоначально. Так, например, пыль пустыни Сахара можно обнаружить на юге США, в Центральной и Латинской Америке. При вулканических извержениях частицы золы и пыли могут подниматься на высоту до 20 км и выше, т.е. проникать в стратосферу. Продолжительность существования пыли и аэрозолей в стратосфере составляет 1-3 года.

* Этилированный бензин – бензин, для повышения детонационной стойкости которого добавляется тетраэтилсвинец. В России к 2000 году доля этилированных бензинов должна снизиться до 1/4.

Атмосферная пыль и аэрозоли ослабляют солнечное излучение в результате рассеяния, отражения и поглощения лучей. Частицы размером более 1 мкм интенсивно поглощают инфракрасное излучение, а частицы меньшего размера способствуют рассеянию света. В настоящее время плотность аэрозолей в тропосфере такова, что она приводит к понижению температуры земной поверхности приблизительно на 1,5°C. В качестве сравнения можно отметить, что облака и водяные пары в атмосфере понижают температуру земной поверхности примерно на 15°C.

Пыль и аэрозоли играют важную роль при коррозионных процессах на металлах и силикатных покрытиях, т.к. они образуют отложения на гладких поверхностях. Пыль, как правило, содержит гигроскопичные включения, к ним в первую очередь относятся сульфаты и хлориды, которые удерживают влагу. Во влажной пленке пыли растворяются такие кислотные газы, как SO₂ и HCl. Кислоты, удерживаемые осадками пыли и аэрозолей, вызывают усиленную коррозию камня, стекла и металлов.

Пыль и аэрозоли могут нанести значительный ущерб и человеческому организму. Ослабление потока солнечных лучей, приходящих на земную поверхность, приводит к самым различным последствиям. При этом сокращается доля ультрафиолетового излучения, необходимого для поддержания физиологической активности. Ультрафиолетовые лучи, наряду с поддержанием нормальной температуры человеческого тела, необходимы для образования витамина D₃. При недостатке этого витамина в организме повышается риск заболевания *рахитом*. Кроме того, ультрафиолетовое излучение уничтожает микроорганизмы и оказывает стерилизующее действие. Уменьшение доли этого излучения повышает возможность возникновения инфекционных заболеваний.

Непосредственное воздействие пыли и аэрозолей на здоровье человека более разнообразно и зависит от отдельных компонентов частиц. Наиболее опасны частицы размером менее 10 мкм, т.к. они не задерживаются в бронхах при дыхании (не отфильтровываются из воздуха), а также не вымываются из воздуха дождями. Специфическими заболеваниями, связанными с содержанием в воздухе пыли, являются *силикоз* и *асбестоз*, при которых происходят изменения тканей легких (рак легких).

На поверхности частиц аэрозолей могут осаждаться многие металлы, в том числе кадмий, свинец, алюминий, бериллий и другие. Попадая в организм, они вызывают образование токсичных продуктов биохимических реакций в клетках. Кроме того, тяжелые металлы имеют особенность накапливаться в организме до опасных концентраций, вызывая нарушения обмена веществ, рак легких и психические заболевания.

На поверхности твёрдых частиц могут осаждаться тяжёлые металлы и канцерогенные углеводороды.

Наконец, пыль различного вида и происхождения может вызвать у людей *аллергию*. Под аллергией понимают повышенную чувствительность организма к воздействию определенных веществ. Она может проявляться в виде воспалительных процессов, повышенной секреции слизистых оболочек, отеков и др.

На пути к экологически чистому автотранспорту

В настоящее время в России, как и во многих других европейских странах в предыдущие десятилетия, решение проблем, связанных с **обеспечением экологической безопасности** функционирования автотранспорта, рассматривается как **самостоятельное направление деятельности**. При этом данная деятельность концентрируется в основном на технических аспектах решения проблем – создании и внедрении более «чистых» транспортных средств, топлив, технологий и производств, обеспечении экологической безопасности автотранспорта в эксплуатации за счёт усиления мер контроля и совершенствования технического обслуживания автотранспортных средств. Однако, к сожалению, опыт западных стран показал, что возможности такого подхода ограничены. Происходящий рост парка, увеличение среднегодового пробега автотранспортных средств, мощности их двигателей в значительной мере нивелируют эффект, достигаемый за счёт совершенствования техники и технологий.

***Возможности
повышения
экологической
безопасности
транспорта
техническими
мероприятиями
ограничены.***

Сказанное определяет необходимость **нового подхода** к решению проблем повышения безопасности автотранспорта, состоящего в определённом изменении государственной транспортной политики за счёт более полного и адекватного учёта всех возможных негативных последствий транспортной деятельности. Основой такой политики должна являться одобренная международным сообществом концепция “устойчивого развития” транспорта.

Применительно к транспортному сектору принципы устойчивого развития были сформулированы на Конференции Организации по экономическому сотрудничеству и развитию (ОЭСР) в г. Ванкувер (Канада) в 1996 году. Эти **принципы** в общем виде могут быть сформулированы следующим образом:

- общество и органы власти должны стремиться создать условия для **сокращения транспортных потребностей населения**, не нарушая при этом право людей на разумный доступ к другим людям, товарам и услугам, местам, представляющим интерес, и т.д.;
- в рамках реализации принципа “загрязнитель - платит” потребитель транспортных услуг должен **в полной мере оплачивать**

негативные последствия, возникающие в процессе их удовлетворения (т.н. “интернализация внешних издержек” транспорта, т.е. включение в цену его услуг стоимостных оценок соответствующих негативных последствий, не оплачиваемых потребителем в настоящее время);

- должно быть обеспечено **взаимодействие различных видов транспорта**, развитие комбинированных (мультимодальных) перевозок, с целью переключения перевозок грузов и пассажиров с наиболее “опасных” видов транспорта (автомобильного, воздушного) на более “безопасный” (железнодорожный, электрический городской, водные виды транспорта);
- обеспечение проведения т.н. “зелёной” **налоговой реформы** (поэтапный перенос акцента в налоговой политике с налогообложения производственной и коммерческой деятельности на налогообложение потребления ресурсов и энергии);
- осуществление решений и мер **технического, технологического и организационного характера с целью повышения безопасности (в том числе экологической) отдельных видов транспорта**. При этом выбор конкретных мер и решений должен основываться на критерии эффективности затрат, необходимых для их осуществления. Поставленные цели должны достигаться такими средствами, которые на данном этапе может себе позволить государство и общество;
- органы власти и граждане должны нести ответственность за **выбор решений, связанных с передвижением и потреблением**, являющихся наилучшими с точки зрения охраны окружающей среды.

Безусловно, основная сложность практического внедрения в России перечисленных выше принципов состоит в том, что экономическая ситуация в стране фактически отодвигает проблемы обеспечения безопасности транспорта (в широком понимании этого термина) на второй план, оставляя на первом проблемы стабилизации экономики, роста производства и благосостояния населения.

В то же время нельзя забывать опыт многих стран, где “экологизация” экономики, развитие экологически чистых технологий и технических решений, сектора экологических работ и услуг, снижение ресурсо- и энергопотребления являются теми рычагами, которые способны обеспечить ускорение развития экономики и создание новых рабочих мест.

Мероприятия по повышению экологической безопасности автотранспорта включают технические и управленческие направления. В

Потребитель транспортных услуг должен в полной мере оплачивать негативные последствия, возникающие в процессе их удовлетворения.

данном учебном пособии рассмотрены управленческие мероприятия, как более отвечающие общему содержанию курса. Для изучения технических аспектов повышения экологической безопасности автотранспортных средств можно, например, рекомендовать учебное пособие «Экологическая безопасность автомобиля», вышедшее в 2000 г. в МАДИ(ТУ) [6].

Рассмотрим основные направления экологизации экономических механизмов на автотранспорте.

Общественные издержки, связанные с функционированием транспорта, включают стоимость всех видов ресурсов, которые истощаются вследствие функционирования транспортной инфраструктуры и транспортной деятельности, связанной с удовлетворением потребностей в перевозках. Часть этих издержек “оформляется” в рамках рыночных отношений и оплачивается потребителями транспортных услуг при принятии ими решений, связанных с использованием транспорта. Это т.н. **внутренние** (коммерческие) **издержки**, включающие, в частности:

- издержки, связанные с эксплуатацией транспортных средств и их амортизацией;
- издержки на зарплату персонала;
- накладные расходы на административную деятельность, связанную с перевозками;
- затраты на страхование;
- специальные налоги на транспорт и т.д.

Другая часть стоимости потребляемых ресурсов не “оформляется” в настоящее время через рыночные отношения, т.е. для этих издержек нет установленных рыночных цен и они, таким образом, не могут влиять на решения, связанные с управлением транспортом. Это так называемые **внешние издержки**, связанные с:

- истощением невозобновляемых ресурсов, таких, как окружающая среда, жизнь и здоровье людей;
- непокрываемыми расходами на поддержание функционирования транспортной инфраструктуры, а также другими аспектами некомпенсируемого потребления ресурсов.

Такая ситуация определяет необходимость **интернализации внешних издержек**, связанных с функционированием транспорта, т.е. учёта стоимостных оценок этих издержек при формировании экономических механизмов на транспорте.

На автотранспорте, в частности, должна использоваться система налогов и платежей, позволяющих реализовать принцип “загрязнитель - платит”. К подобным налогам в сфере эксплуатации автотранспорта могут быть отнесены:

- налоги на топливо с учётом его экологических свойств;
- налог на пробег автотранспортных средств;

- налоги на продажу автомобилей в зависимости от их экологических характеристик;
- налог на регистрацию автомобилей в зависимости от их экологических характеристик.

В сфере производства автомобильной техники и топлив также должна действовать дифференцированная система налогообложения продукции, учитывающая их экологические характеристики и характеристики безопасности.

Важным инструментом интернализации могут являться и дорожные сборы (платежи), которые за рубежом используются как для стимулирования снижения воздействия на окружающую среду, так и, частично, для финансирования мероприятий по повышению экологической безопасности.

К мерам экономической политики необходимо отнести также введение некоторых специальных налогов (например, налог на выбросы CO₂), а также мер по субсидированию применения различных технических решений (например, оплата оснащения эксплуатируемых автомобилей нейтрализаторами ОГ, “бонусы” для стимулирования сдачи старых автомобилей на пункты утилизации и т.д.). В последнем случае основным является вопрос об источнике подобных субсидий. Т.е. подобные меры должны внедряться совместно с мерами по увеличению доходной части бюджета. Для этого могут использоваться:

- введение дополнительных налогов на топливо;
- введение платы за движение в определённых городских зонах;
- введение платы за движение в зависимости от экологического класса автотранспортных средств.

Как отмечается во многих зарубежных исследованиях, достижение устойчивости транспортной системы может быть наиболее эффективно обеспечено в рамках реализации “**экологической налоговой реформы**”, которая должна охватывать все сектора экономики.

Достижение устойчивости транспортной системы может быть наиболее эффективно обеспечено в рамках реализации экологической налоговой реформы.

Под экологической налоговой реформой понимается динамический процесс переноса акцента в системе налогообложения с налогов на труд на налоги на использование природных и энергетических ресурсов. Подобный процесс должен носить долгосрочный характер. По оценкам западных специалистов критическим с точки зрения возможных социально-экономических последствий является рост цен на топливо (энергию) и, соответственно, одновременное снижение налогов на труд в размере 4-5% в год. Такие темпы позволят в течение жизни 2-х поколений достичь баланса, необходимого для обеспечения устойчивости развития общества в целом и

транспорта в частности, при условии роста цен на топливо (энергию) в 3-4 раза.

Основными принципами осуществления экологической налоговой реформы являются:

- отсутствие влияния на государственный бюджет и распределение общественного дохода (фискальная нейтральность);
- отсутствие влияния на международную торговлю и обеспечение равных условий конкуренции (в т.ч. - на транспортном рынке);
- неинфляционный характер;
- недискриминационный характер в отношении отдалённых регионов;
- отсутствие риска для фискальных доходов;
- гармоничный и постепенный переход от существующих экономических инструментов экологической политики к процессу экологической налоговой реформы;
- простота административных процедур внедрения.

Как показало исследование Германского Агентства по охране окружающей среды (UBA) проведение экологической налоговой реформы способно значительно укрепить экономику страны, создать более 250 тысяч новых рабочих мест и, безусловно, обеспечить охрану окружающей среды.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные виды воздействия транспорта на окружающую среду.
2. В чём причины образования и каковы механизмы воздействия основных вредных компонентов ОГ ДВС?
3. Перечислите основные направления повышения экологической безопасности автотранспорта.

Литература

-
- 1 Министерство транспорта Российской Федерации, Научно-техническое управление, Аналитический доклад «Воздействие транспортного комплекса Российской Федерации на окружающую среду и здоровье населения в 1998 году», М., 1999 г.
 - 2 Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию: Пер. с нем. – М.: Мир, 1997. – 232 с., ил.
 - 3 Экологическая химия. Основы и концепции/Под ред. Ф. Корте. – Пер. с нем. – М.: Мир, 1996.
 - 4 Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта//Итоги науки и техн. ВИНТИ, Автомобильный транспорт. - С.1 - 340. 1996.
 - 5 Данилов А.М. Присадки и добавки. Улучшение экологических характеристик нефтяных топлив. – М.: Химия, 1996 г. – 232 с.

6 Рябчинский А.И., Трофименко Ю.В., Шелмаков С.В. Экологическая безопасность автомобиля; Под ред. Член-корр. РАН Луканина В.Н./ МАДИ-ТУ. М., 2000. - 95 с

МОДУЛЬ 4. Промышленная экология

Охранять природу – значит правильно ею пользоваться.

Защита атмосферного воздуха в промышленности

Нормирование качества воздуха

На растения, животных и людей отрицательно влияет загрязнение воздуха. Однако, как следует из закона *лимитирующих факторов*, организмы способны без вреда для себя переносить присутствие определенных количеств загрязняющих веществ в окружающей среде. Содержание их, ниже которого болезненные реакции не проявляются, называют **пороговым уровнем**. Последствия для здоровья зависят как от концентрации вещества в воздухе, так и от длительности его воздействия на организм (*экспозиции*).

Численное значение порогового уровня различных веществ и соединений определяется в опытах на микроорганизмах и животных, а затем, с учетом коэффициента запаса, экстраполируется и на людей. Эти величины в России носят названия **предельно допустимой концентрации** (ПДК).

Предельно допустимая концентрация примеси в атмосферном воздухе (ПДКа.в) — это максимальная концентрация примеси, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает на него вредного влияния, включая отдаленные последствия, и на окружающую среду в целом.

Все загрязняющие вредные вещества в токсикологии принято оценивать по их воздействию на организм. Наиболее характерными являются собственно токсические (*резорбтивные*) и рефлекторные (*органолептические*) воздействия.

Рефлекторные реакции могут проявляться в форме ощущения запаха, световой чувствительности и т.п. Резорбтивное действие может быть общетоксическим, канцерогенным, мутагенным и др. Эти обстоятельства вызвали необходимость устанавливать для загрязняющих воздух веществ два вида предельно допустимых концентраций: **максимальную разовую** и **среднесуточную**. Первая вводится с целью предупреждения негативных рефлекторных реакций при кратковременном воздействии и обозначается ПДКм.р., а вторая - для предупреждения токсического действия (ПДКс.с.).

Слово «разовая» имеет определенный количественный смысл: кратковременным рефлекторным действием вещества считается 20 мин, и

Предельно допустимая концентрация – санитарный норматив, определяющий пороговый уровень воздействия загрязнителя на организм человека.

поэтому при контроле загрязненности воздуха такими веществами пробы берутся однократно в течение двадцати или тридцати минут.

С ПДКс.с сравнивают концентрации, определяемые несколько раз в течение суток (обычно 4 раза, иногда — каждый час). При этом учитываются следующие обстоятельства.

Во-первых, из-за неустойчивости направлений ветра примеси могут присутствовать или отсутствовать в населенном пункте: ветер может быть направлен от источника выброса к населенному пункту или в сторону от него. Поэтому концентрации могут быть выше или ниже ПДКс.с в течение того или иного отрезка времени.

Во-вторых, вредные вещества могут обладать как рефлекторным, так и резорбтивным действием на организм. Например, то или иное вещество может оказать рефлекторное воздействие при значительно более низкой концентрации, чем резорбтивное. Таковы летучие вещества, обладающие резким запахом или раздражающим действием, например, хорошо известный метилмеркаптан. Другие вещества, не обладая раздражающим действием (не имея запаха, цвета), ядовиты при низких концентрациях, т. е. отравление начинается раньше, чем человек способен ощутить присутствие этих веществ. Примером может служить монооксид углерода.

Поэтому существует такое правило: если рефлекторное (раздражающее) действие токсиканта начинается при более низкой концентрации, т. е. раньше, чем резорбтивное, то $ПДК_{м.р} = ПДК_{с.с}$. Если же при более низкой концентрации начинается токсическое (отравляющее) действие, то $ПДК_{м.р}$ превышает $ПДК_{с.с}$ в 2—10 раз. Для веществ, порог токсического воздействия которых на организм пока не известен, а также для особо опасных веществ существуют только максимальные разовые ПДК.

Для условий производственных помещений для всех нормируемых веществ устанавливаются только максимальные разовые ПДК. Эти нормативы называются ПДК в воздухе рабочей зоны ($ПДК_{р.з.}$) и подразумевают такую концентрацию, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 ч или при другой продолжительности рабочего дня, но не более 41 ч в неделю в течение всего рабочего стажа, не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследования, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

При отдельном нормировании качества атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны учитывается не только экспозиция, но и контингент

При отдельном нормировании качества атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны учитывается не только экспозиция, но и контингент людей, подвергающихся влиянию загрязнения.

людей, подвергающихся влиянию загрязнения. На предприятии в течение рабочего дня загрязненным воздухом дышат практически здоровые, прошедшие необходимое медицинское освидетельствование люди, а в населенных пунктах — круглосуточно находятся не только взрослые, но и дети, пожилые люди, беременные и кормящие женщины, люди, страдающие заболеваниями сердечно-сосудистой, дыхательной системы и т.п. Поэтому $ПДК_{р.з.} > ПДК_{а.в.}$ (рис. 4.1) [1].

Наконец, как следует из рис. 4.1, существует два производных норматива: предельно допустимые концентрации соответственно на промышленной площадке ($ПДК_{п.п.}$) и воздухе крупных городов (свыше 200 тыс. жителей) или курортов ($ПДК_{мрк}$).

Снижение нормы содержания примесей на территории предприятия втрое по сравнению с $ПДК_{р.з.}$ вызывается тем, что воздух территории предприятия используется для вентиляции производственных помещений, где концентрация примесей периодически может быть весьма высокой, т.е. превышать $ПДК_{р.з.}$. Поэтому приточный воздух, используемый для проветривания рабочих помещений, должен быть значительно менее загрязненным.

Снижение максимально разовой концентрации для крупных городов и курортов на 20% объясняется относительно большим ущербом, причиняемым загрязнением воздуха на этих территориях.

Установление ПДК – очень трудоемкое мероприятие, обладающее

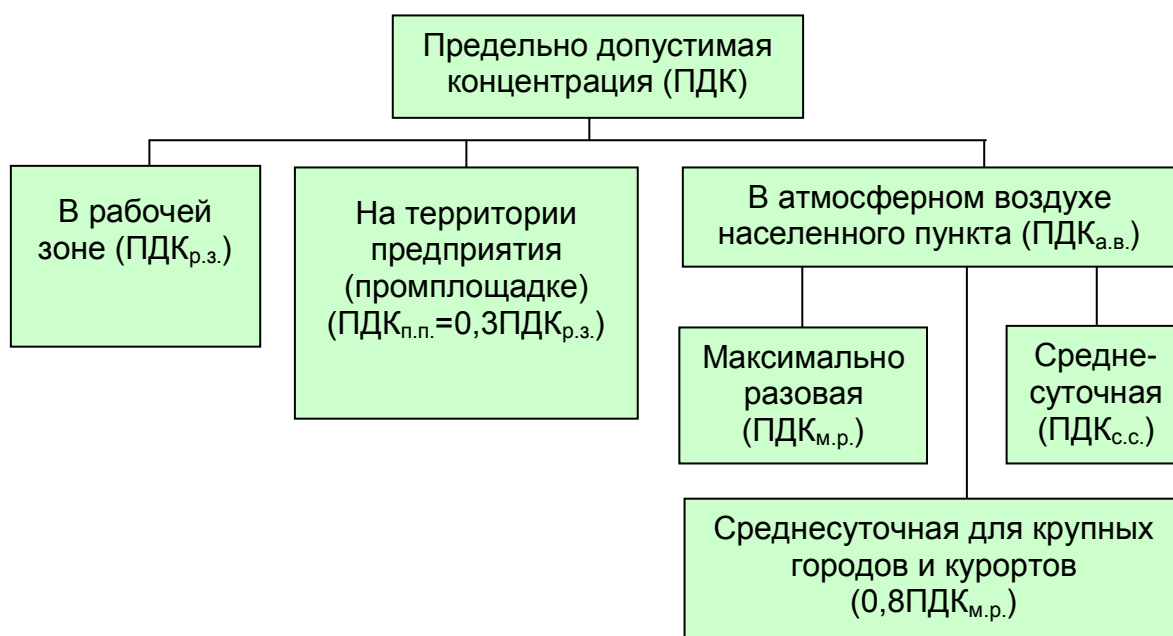


Рис. 4.1. Классификация предельно допустимых концентраций

большими методическими погрешностями. Поэтому для ряда веществ

разрабатывается и временно используется норматив **ориентировочно безопасного уровня воздействия** (ОБУВ).

Необходимо помнить, что в атмосфере всегда находится смесь самых разнообразных веществ, как естественного, так и антропогенного

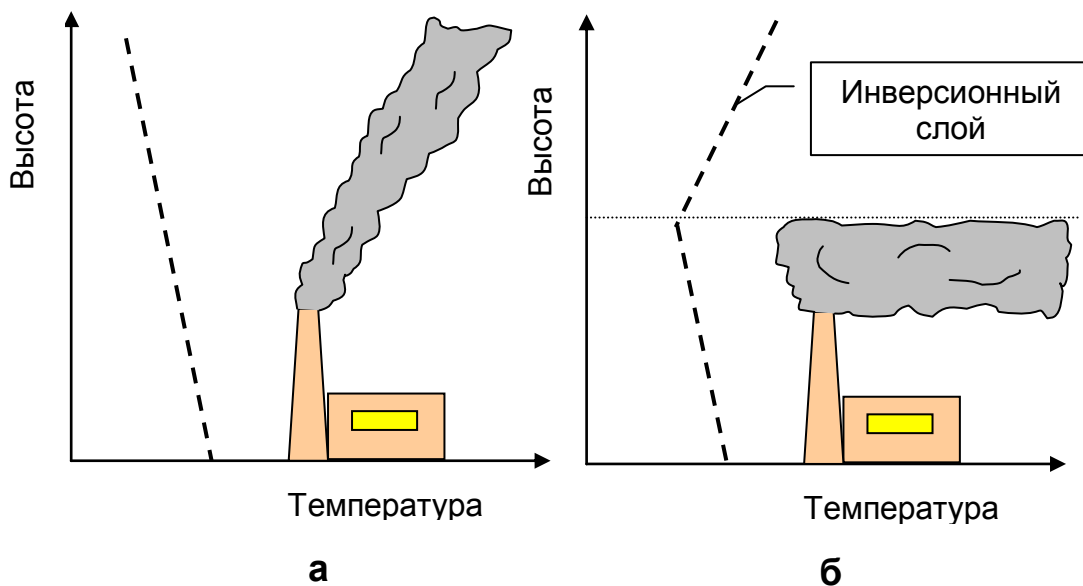


Рис. 4.2. Рассеяние выбросов в нормальных условиях (а) и при инверсии (б)

происхождения. Общий уровень загрязнения воздуха определяется следующими факторами:

- интенсивностью поступления первичных загрязнителей в воздух из различных источников;
- объемом пространства, в котором они рассеиваются;
- механизмами образования непосредственно в атмосфере вторичных загрязнителей;
- токсичностью первичных и вторичных загрязнителей, а также синергическим или антагонистическим эффектами, возникающими при одновременном воздействии на организм нескольких веществ;
- механизмами удаления загрязнителей из воздуха.

Загрязнение воздуха усиливается при определенных погодных условиях, особенно при **температурной инверсии**.

Обычно на высоте температура воздуха ниже. В этом случае теплый воздух поднимается от земли, унося с собой загрязнители и рассеивая их на высоте. При температурной инверсии слой холодного воздуха над землей перекрыт теплым слоем. Это происходит, когда поверхность земли и прилегающий к ней слой воздуха остывают в течение ясной ночи, либо когда холодный воздух "подтекает" под теплый в центре антициклона. В

результате восходящее движение воздуха блокируется, и загрязнители накапливаются над землей (рис. 4.2).

При скорости ветра менее 0,5 м/с и наличии приподнятой* инверсии создаются крайне **неблагоприятные метеорологические условия** (НМУ). В таких ситуациях государственные органы власти проводят оповещение всех предприятий, обязанных в этом случае перейти на заранее запланированный режим работы, при котором обеспечивается снижение выбросов.

В зависимости от ожидаемого уровня загрязнения атмосферы составляются предупреждения трех степеней, которым соответствуют три режима работы предприятий в периоды НМУ.

Эффективность мероприятий по каждому режиму определяется пропорционально сокращению массовых выбросов.

Эффективность по первому режиму принимается равной 15%, по второму режиму должна составлять 20-40%, а по третьему режиму - 40-60%.

Предельно допустимый выброс рассчитывается исходя из требования соблюдения нормативов качества воздуха.

Согласно Закону «Об охране атмосферного воздуха» выброс загрязнителей в атмосферу может производиться лишь на основании специального разрешения. Разрешение выдает государственный орган

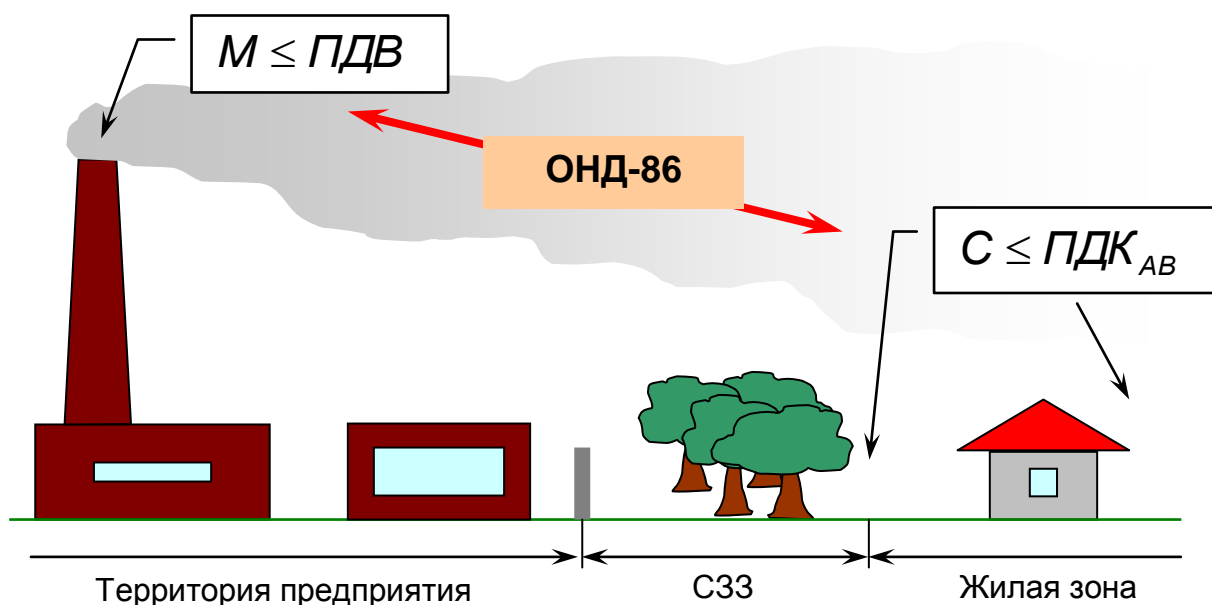


Рис. 4.3. Схема определения предельно допустимых выбросов загрязнителей в атмосферу

* Ситуация, когда инверсионный слой воздуха находится выше источников выбросов загрязнителей атмосферы.

управления, уполномоченный в сфере охраны атмосферы. Для получения разрешения природопользователю необходимо подготовить обоснованный проект нормативов выбросов (*предельно допустимый выброс – ПДВ*) по каждому ингредиенту.

Принцип расчёта ПДВ заключается в следующем (рис. 4.3): суммарное количество загрязнителя, выбрасываемое всеми источниками на предприятии, не должно формировать на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия или на территории жилой застройки концентрации, превышающей ПДКа.в. При этом расчёт рассеяния загрязнителя в атмосфере производится согласно методике, приведённой в документе [2] (ОНД-86).

Подробнее ознакомиться с правилами разработки проекта ПДВ можно по учебному пособию [3], а также по нормативным документам [4], [5], [6], [7].

Санитарно-защитная зона является обязательным элементом любого промышленного предприятия и других объектов, которые могут быть источниками химического, биологического или физического воздействия на окружающую среду и здоровье человека. В зависимости от установленного класса предприятия размер СЗЗ может изменяться от 100 до 2000 м [8], [9].

После согласования и утверждения проекта ПДВ в органах охраны природы, природопользователь обязан получить разрешение на выброс загрязнителей в атмосферу, которое в дальнейшем используется для определения размера платежей за выбросы. Превышение установленных ПДВ ведет к резкому увеличению размера платы [10].

Борьба с загрязнением воздуха

Загрязнение атмосферы можно уменьшить либо путем предупреждения образования токсичных компонентов в технологических процессах либо посредством очистки отходящих газов от этих веществ перед выбросом их в атмосферу.

Предупредительные методы

Для предупреждения образования загрязнителей атмосферы используются следующие методы:

- использование в промышленности малоотходных и безотходных технологий;
- совершенствование рабочих процессов промышленного оборудования и транспортных средств;
- использование альтернативных источников энергии в промышленности и на транспорте;

Предупредительные методы должны рассматриваться в качестве приоритетных при планировании борьбы с любыми загрязнениями.

- повышение культуры производства и технического обслуживания промышленного оборудования и транспортных средств.
- внедрение «экологически чистых» конструкционных и эксплуатационных материалов взамен экологически опасных.

Предупредительные методы должны рассматриваться в качестве приоритетных направлений борьбы с любыми загрязнениями, поскольку в этом случае проблема решается «в корне», а не переводится из одной области в другую, как это зачастую бывает при очистке отходящих газов.

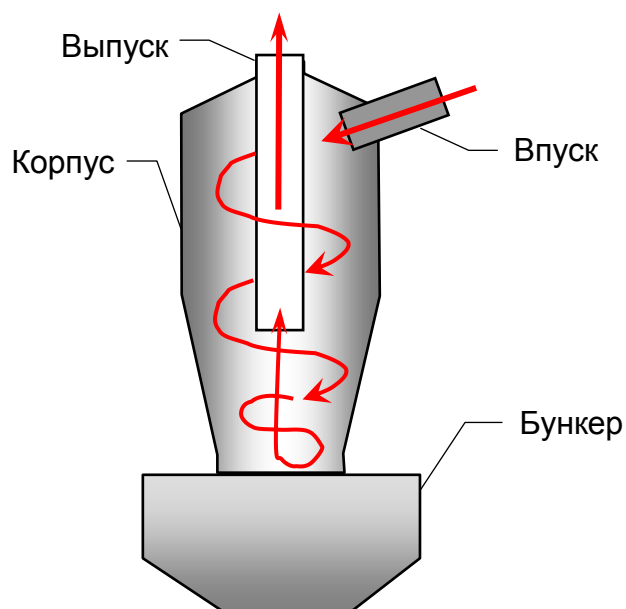


Рис. 4.4. Схема циклона

Очистка выбросов от пыли

Очистку отходящих газов от пыли, аэрозолей и газообразных загрязнителей применяют в случаях, когда требуется снизить выброс загрязнителей, но сделать это предупредительными методами не удаётся.

Для очистки отходящих газов от пыли применяется:

- оборудование для улавливания пыли *сухим способом*, к которому относятся *циклоны*, пылеосадительные камеры, *вихревые уловители*, жалюзийные и *ротационные пылеуловители*, *электрофильтры*, фильтры и т.д.;
- оборудование для улавливания пыли *мокрым способом*, к которому относятся скрубберы Вентури, форсуночные скрубберы, пенные аппараты и др.

Широкое распространение для сухой очистки газов от пыли получили циклоны различных типов (Рис. 4.4). Газовый поток вводится в циклон через впускной патрубок по касательной к внутренней поверхности корпуса и совершает вращательно-поступательное движение вдоль

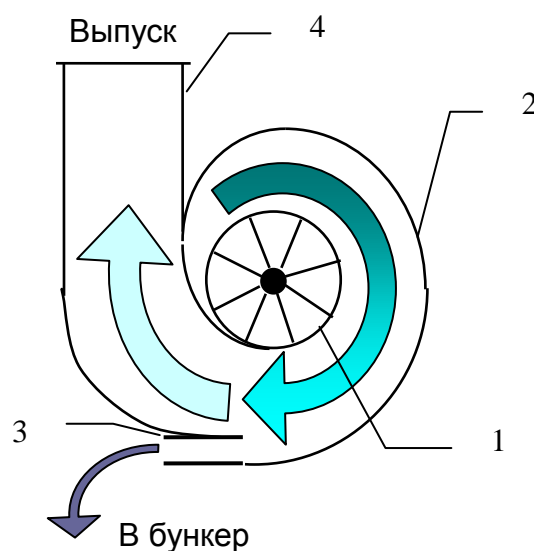


Рис. 4.5. Схема ротационного пылеуловителя

корпуса к бункеру. Под действием центробежной силы частицы пыли образуют на стенке циклона пылевой слой, который вместе с частью газа попадает в бункер. Отделение частиц пыли от газа, попавшего в бункер, происходит при повороте газового потока в бункере на 180° . Освободившись от пыли, газовый поток образует вихрь и выходит из бункера, давая начало вихрю газа, покидающему циклон через выпускную трубу.

Ротационные пылеуловители относят к аппаратам центробежного действия, которые одновременно с перемещением воздуха очищают его от пыли.

При работе вентиляторного колеса 1 ротационного пылеуловителя (рис. 4.5) частицы пыли за счет центробежных сил отбрасываются к стенке спиралеобразного кожуха 2 и движутся по ней в направлении выхлопного отверстия 3. Газ, обогащенный пылью, через специальное пылеприёмное отверстие 3 отводится в пылевой бункер, а очищенный газ поступает в выходную трубу 4.

Более перспективными пылеотделителями ротационного типа являются **противопоточные** ротационные пылеотделители (рис. 4.6). Пылеотделитель состоит из встроенного в кожух 1 полого ротора 2 с перфорированной поверхностью и колеса вентилятора 3. Ротор и колесо вентилятора крепятся на общий вал 4. При работе пылеотделителя запыленный воздух поступает через патрубок 6 внутрь кожуха, где закручивается вокруг ротора. В результате вращения пылевого потока возникают центробежные силы, под действием которых пылевые частицы стремятся выделиться из воздуха в радиальном направлении. Одновременно на эти частицы действует аэродинамическая сила, создаваемая воздухом, движущимся через вентилятор к выходному отверстию 5. Эффективность очистки зависит от выбранного соотношения центробежной и аэродинамической сил и теоретически может достигать единицы.

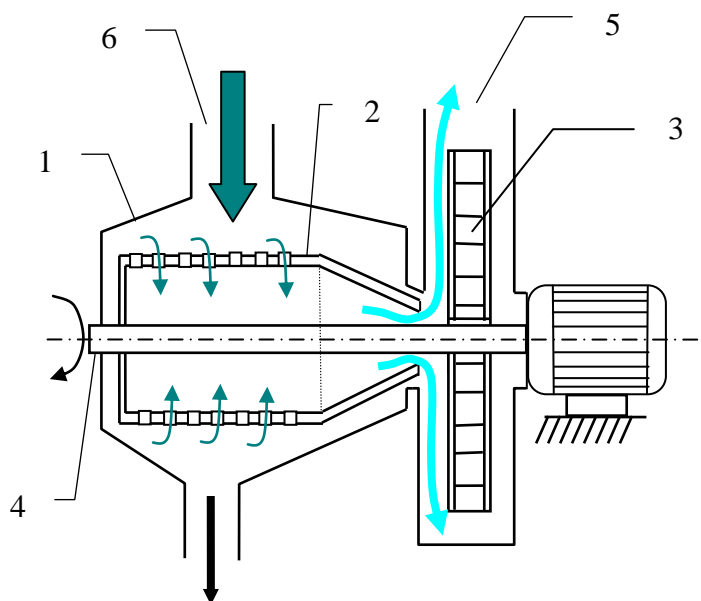


Рис. 4.6. Схема противопоточного уловителя

Вихревые пылеуловители (ВПУ) также относят к аппаратам центробежного действия (рис. 4.7). Отличительная особенность ВПУ - высокая эффективность очистки газа от тончайших фракций, что позволяет им в отдельных случаях конкурировать с фильтрами.

Существуют две разновидности ВПУ: сопловой и лопаточный. Процесс обеспыливания происходит следующим образом: запыленный газ поступает в камеру 5 через изогнутый патрубок 4.

Для предварительного закручивания запыленного газа в камеру 5 встроен сопловой или лопаточный завихритель 2. В ходе своего движения вверх к выходному патрубку 6 газовый поток подвергается действию вытекающих из завихрителя 1 (наклонные сопла в ВПУ соплового типа или наклонные лопатки в ВПУ лопаточного типа) струй вторичного воздуха, которые придают потоку вращательное движение. Под действием центробежных сил, возникающих при закручивании потока, частицы пыли устремляются к его периферии, откуда спиральными струями *вторичного* воздуха перемещаются к низу аппарата в кольцевое межтрубное пространство.

В качестве вторичного потока может быть использован воздух

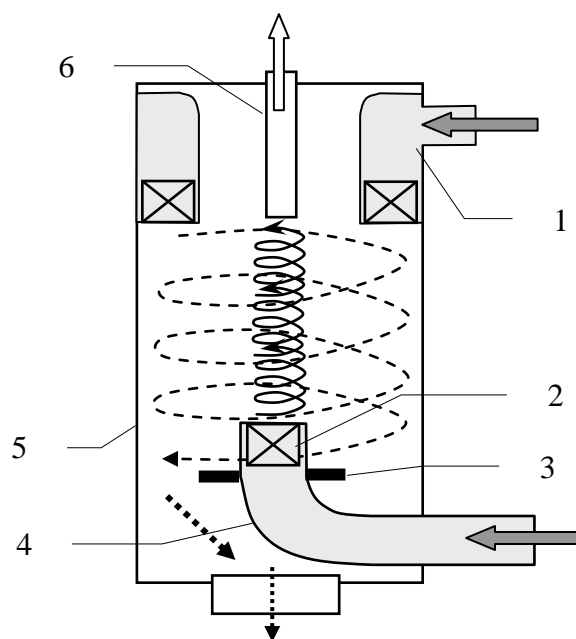


Рис. 4.7. Схема вихревого пылеуловителя

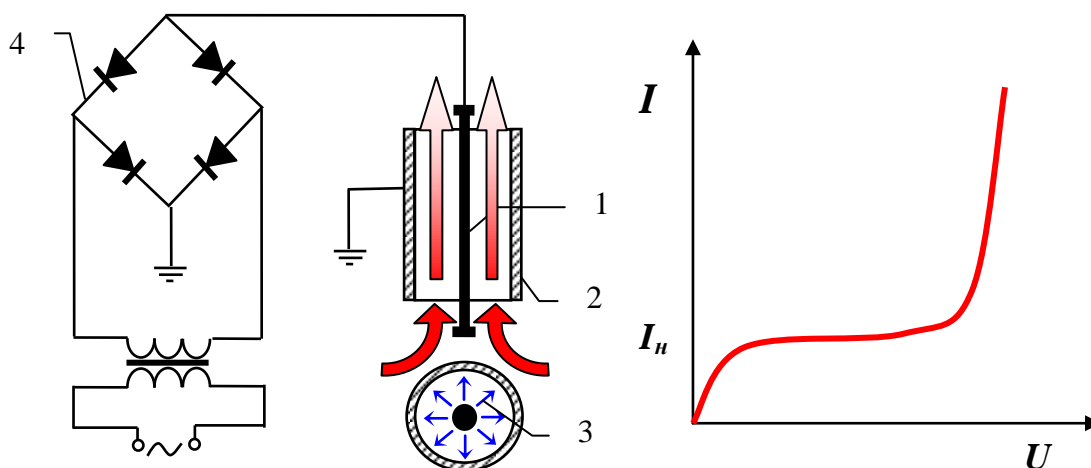


Рис. 4.8. Схема электрофильтра и его вольт-амперная характеристика

окружающей среды, очищенный газ или запыленный газ.

Для тонкой очистки газовых выбросов от примесей широко используют фильтры. Процесс фильтрования состоит в задержании частиц примесей на пористых перегородках. Осаждение частиц на поверхность пор фильтроэлемента происходит в результате совокупного действия эффекта касания, а также диффузионного, инерционного и гравитационного процессов. Фильтры просты по конструкции, надёжны в эксплуатации, однако обладают двумя недостатками: во-первых, при загрязнении фильтроэлемента возрастает его гидравлическое сопротивление, а во-вторых, возникает проблема утилизации отработанных фильтроэлементов.

Электрическая очистка - один из наиболее совершенных видов очистки газов от пыли и тумана.

Загрязненные газы, поступающие в электрофильтр, всегда оказываются частично ионизированными за счет различных внешних воздействий, поэтому они способны проводить ток, попадая в пространство между двумя электродами. Сила тока зависит от числа ионов и напряжения между электродами. При увеличении напряжения в движение между электродами вовлекается всё большее число ионов и сила тока растёт до тех пор, пока в движении не окажутся все ионы, имеющиеся в газе (рис. 4.8). При этом величина силы тока становится постоянной (ток насыщения I_n), несмотря на дальнейший рост напряжения. При некотором достаточно большом напряжении движущиеся ионы и электроны настолько ускоряются, что, сталкиваясь с молекулами газа, ионизируют их, превращая нейтральные молекулы газа в положительные ионы и электроны. Образовавшиеся новые ионы и электроны ускоряются электрическим полем и, в свою очередь, ионизируют новые молекулы газа. Этот процесс, названный **ударной ионизацией газа**, протекает устойчиво лишь в неоднородном электрическом поле, характерном для цилиндрического конденсатора (рис. 4.8.). В зазоре между коронирующим 1 и осадительным 2 электродами создается электрическое поле убывающей напряженности с силовыми линиями 3. Аэрозольные частицы, поступающие в зону между электродами, адсорбируют на своей поверхности ионы, приобретая электрический заряд, и получают тем самым ускорение, направленное в сторону электрода с противоположным знаком.

Аппараты *мокрой очистки* газов имеют широкое распространение, т.к. характеризуются высокой эффективностью очистки от мелкодисперсных пылей, а также возможностью очистки пыли горячих и взрывоопасных газов.

Основными преимуществами мокрых методов считаются экономичность очистки большого количества отходящих газов и возможность осуществления непрерывных технологических процессов. Основной недостаток этих методов состоит в том, что после очистки значительно понижается температура отходящих газов, что приводит к плохому рассеянию остаточных газов в атмосфере. Кроме того, оборудование мокрых методов очистки газов громоздко и требует создания

системы жидкостного орошения. В процессе работы образуется большое количество отходов, в связи с чем возникают проблемы утилизации *шлама*.

Аппараты мокрой очистки работают по принципу осаждения частиц пыли на поверхность либо капель жидкости, либо пленки жидкости. Осаждение частиц пыли на жидкость происходит под действием сил инерции и броуновского движения.

Конструктивно мокрые пылеуловители разделяют на скрубберы Вентури, форсуночные и центробежные скрубберы, аппараты ударно инерционного типа, барботажно-пенные аппараты и др.

Среди аппаратов мокрой очистки с осаждением частиц пыли на поверхность капель на практике более применимы скрубберы Вентури (рис. 4.9). Основная часть скруббера - сопло Вентури 2, в конфузурную часть которого подводится запыленный поток газа и через форсунки 1 жидкость на орошение. В конфузурной части сопла происходит разгон газа от входной скорости 15-20 м/с до скорости в узком сечении сопла 30-200 м/с и более. Процесс осаждения частиц пыли на поверхность капель обусловлен массой жидкости, развитой поверхностью капель и высокой относительной скоростью частиц пыли и капель в конфузурной части сопла.

Разновидностью аппаратов для улавливания пыли осаждением частиц на каплях жидкости являются форсуночные скрубберы (рис. 4.10). Запыленный газовый поток поступает в скруббер по патрубку 3 и направляется на зеркало воды, где осаждаются наиболее крупные частицы пыли. Газовый поток, распределяясь по всему сечению корпуса 1, поднимается вверх навстречу потоку капель жидкости, подаваемых в скруббер через форсуночные пояса 2.

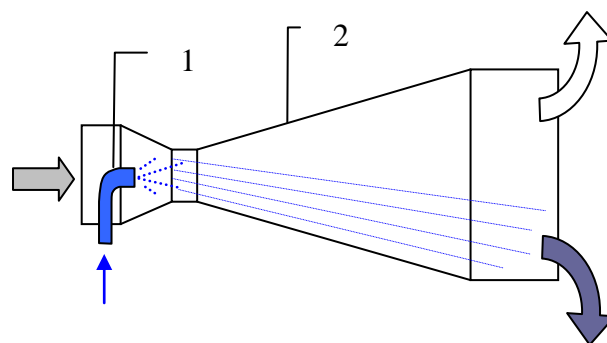


Рис. 4.9. Схема скруббера Вентури

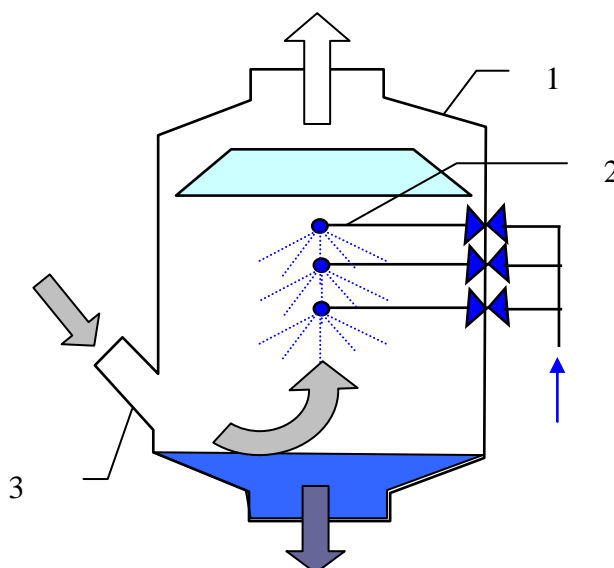


Рис. 4.10. Схема форсуночного скруббера

К мокрым пылеуловителям относят **барботажно-пенные пылеуловители** (рис. 4.11). В таких аппаратах газ на очистку поступает через патрубок 6 под решетку 5, на которую сверху подается жидкость по трубопроводу 2. Затем газ проходит через отверстия в решетке и, *барботируя* через слой жидкости 4 и пены 3, очищается от части пыли за счет осаждения частиц на внутренней поверхности газовых пузырей. При скорости подачи газа под решетку до 1 м/с наблюдается барботажный режим работы аппарата. Дальнейший рост скорости газа приводит к возникновению пенного слоя и повышению эффективности очистки.

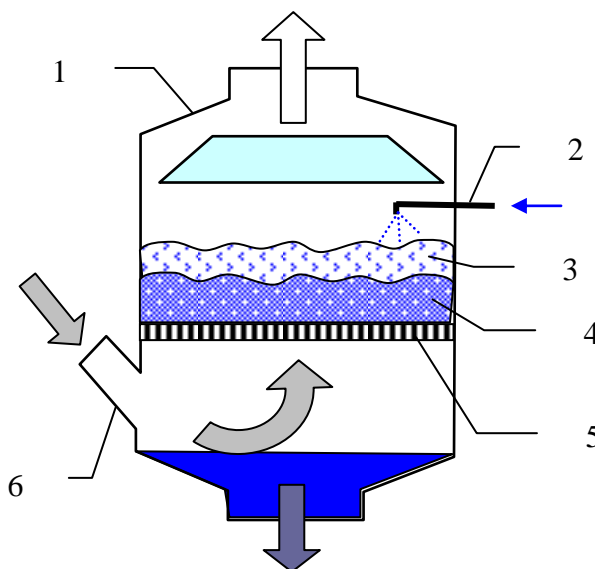


Рис. 4.11. Схема барботажного аппарата

Очистка выбросов от газо- и паровых загрязнителей

Создаваемые в промышленности газоочистные установки позволяют обезвреживать технологические и вентиляционные выбросы без или с последующей утилизацией уловленных примесей.

Методы очистки промышленных выбросов от газообразных загрязнителей по характеру протекания физико-химических процессов делят на шесть основных групп:

- **абсорбция;**
- **хемосорбция;**
- **адсорбция;**
- **термическая нейтрализация;**
- **каталитическая нейтрализация;**
- **биологическая очистка.**

Метод **абсорбции** в технике очистки газовых выбросов часто называют *скрубберным* процессом. Очистка газовых выбросов методом абсорбции заключается в разделении газовой смеси на составные части путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов (*абсорбатов*) этой смеси жидким поглотителем (*абсорбентом*) с образованием раствора.

Движущей силой здесь является градиент концентрации на границе фаз газ - жидкость. Процесс поглощения тем быстрее, чем больше граница раздела фаз, турбулентность потоков и коэффициенты диффузии.

Решающим условием при выборе абсорбента является растворимость в нём извлекаемого компонента и её зависимость от температуры и давления.

Десорбцию растворенного газа (или регенерацию растворителя) проводят либо снижением общего давления (или парциального давления) примеси, либо повышением температуры, либо использованием обоих приемов одновременно.

Метод **хемосорбции** основан на поглощении газов и паров твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или малорастворимых соединений.

Большинство реакций, протекающих в процессе хемосорбции, являются экзотермическими и обратимыми, поэтому при повышении температуры раствора образующееся химическое соединение разлагается с выделением исходных элементов. На этом принципе основан механизм **десорбции** хемосорбента.

Основным видом аппаратуры для реализации процессов хемосорбции служат насадочные башни, пенные и барботажные скрубберы, распылительные аппараты.

Хемосорбция - один из распространенных способов очистки отходящих газов от оксидов азота и серы. При этом в качестве хемосорбента может выступать известковый раствор.

Метод **адсорбции** основан на физических свойствах некоторых твердых тел с ультрамикроскопической структурой селективно извлекать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты газовой смеси.

При адсорбции молекулы газа прилипают к поверхности твердого тела под действием межмолекулярных сил притяжения. Преимущество адсорбции - обратимость процесса. При уменьшении давления адсорбата в потоке газа либо при увеличении температуры поглощенный газ легко десорбируется без изменения химического состава.

В качестве адсорбентов или поглотителей применяют вещества, имеющие большую площадь поверхности на единицу массы. Например, активированный уголь имеет удельную площадь поверхности $10^5 - 10^6 \text{ м}^2/\text{кг}$. Кроме активированного угля используют также простые и комплексные оксиды (активированный глинозем, силикагель, активированный оксид алюминия, синтетические цеолиты или молекулярные сита), которые обладают большей селективной способностью.

Конструктивно адсорберы выполняются в виде вертикальных, горизонтальных, либо кольцевых ёмкостей, заполненных пористым адсорбентом, через который фильтруется поток очищаемого газа.

Адсорбцию широко используют при удалении паров растворителя из отработанного воздуха при окраске автомобилей, для улавливания испарений нефтепродуктов и в других областях.

Метод **термической нейтрализации** основан на способности горючих компонентов окисляться до менее токсичных при наличии свободного кислорода и высокой температуры газовой смеси.

Область применения этого метода ограничивается характером образующихся при окислении продуктов. Так, при сжигании газов, содержащих фосфор, галогены, серу, образующиеся продукты реакции по токсичности во много раз превышают исходный газовый выброс, поэтому метод термической нейтрализации здесь неприменим.

Различают три схемы термической нейтрализации газовых выбросов: прямое сжигание в пламени (700 -800°C), термическое окисление (600-700°C) и каталитическое окисление (250-450°C).

Прямое сжигание следует использовать только тогда, когда отходящие газы обеспечивают подвод значительной части энергии, необходимой для осуществления процесса. Кроме того, следует учитывать состав газовых отходов с тем, чтобы определить возможность поддержания горения без подвода дополнительного топлива.

Одна из проблем, затрудняющих осуществление прямого сжигания - высокая температура, приводящая к образованию оксидов азота.

Термическое окисление применяют либо когда отходящие газы имеют высокую температуру, но в них нет достаточного количества кислорода, либо когда концентрация горючих примесей настолько низка, что не обеспечивается условие самоподдержания пламени.

В первом случае процесс окисления осуществляется в специальной камере с подмешиванием воздуха, во втором - отходящие газы пропускают через рабочую камеру, в которой сжигают природный газ.

Каталитическую нейтрализацию используют для превращения токсичных компонентов выбросов в вещества, безвредные для окружающей среды, путем введения в систему дополнительных веществ - катализаторов.

Каталитическое окисление отличается от термического кратковременностью протекания процесса, что позволяет резко сократить габариты реактора, а также более низкой температурой, необходимой для осуществления реакции.

Биохимические способы газоочистки основаны на способности микроорганизмов разрушать и преобразовывать различные соединения.

Эти методы более всего применимы для очистки отходящих газов постоянного состава. При частом изменении состава газа, микроорганизмы не успевают адаптироваться к новым веществам, поэтому эффективность очистки резко снижается.

Различают две группы аппаратов биохимической очистки газов: биофильтры и биоскрубберы. И в тех и в других используется *активный ил*, содержащий специфические микроорганизмы.

Защита водных объектов в промышленности

Нормирование качества воды

В отличие от атмосферы, вода — более жестко локализованное в пространстве природное тело, всегда ограниченное в водоёмах их берегами и дном. Это существенным образом сказывается на последствиях её загрязнения с точки зрения влияния как на здоровье человека, так и на экосистемы. Следует иметь в виду, что словосочетание «водный объект» (как и «водоём», «водоток») используется в качестве технического термина, но фактически речь идет о качестве воды в водных экологических системах (биогеоценозах), где аналогично воздуху в наземных экосистемах, вода является постоянной средой обитания для множества живых организмов, чьи экологические ниши здесь локализованы, т. е. для водного биоценоза.

Водопользование — это использование воды без изъятия её из мест естественной локализации. Основными видами водопользования являются рыбное хозяйство, гидроэнергетика, водный транспорт.

Водопотребление — это использование воды, связанное с изъятием её из мест локализации с частичным или полным безвозвратным расходом или с возвращением в источники водозабора в измененном (загрязненном) состоянии. Основные водопотребители — сельское хозяйство, промышленные производства, культурно-бытовое хозяйство.

Степень предельно допустимого загрязнения воды в водном объекте, зависящая от его физических особенностей и способности к нейтрализации примесей, рассматривается как предельно допустимая нагрузка ПДН. Но поскольку использование воды связано с изъятием ее из водоема (или водотока) и угрозой истощения этого объекта, разрушением экосистемы, а также с использованием для целей купания, рыбной ловли, отдыха на воде, то ограничение нагрузки только с точки зрения поступления в воду загрязняющих веществ оказывается недостаточным. Поэтому в настоящее время стоит проблема разработки нормативов предельно допустимой экологической нагрузки на водные экосистемы ПДЭН.

Согласно действующим в России «Правилам охраны поверхностных вод. Типовые положения» (1991), данный водный объект считается загрязнённым, если показатели состава и свойств воды в нём изменились под прямым или косвенным влиянием производственной деятельности и бытового использования населением и стали частично или полностью

В настоящее время стоит проблема разработки нормативов предельно допустимой экологической нагрузки на водные экосистемы, учитывающие не только степень их загрязнения, но и другие аспекты воздействия.

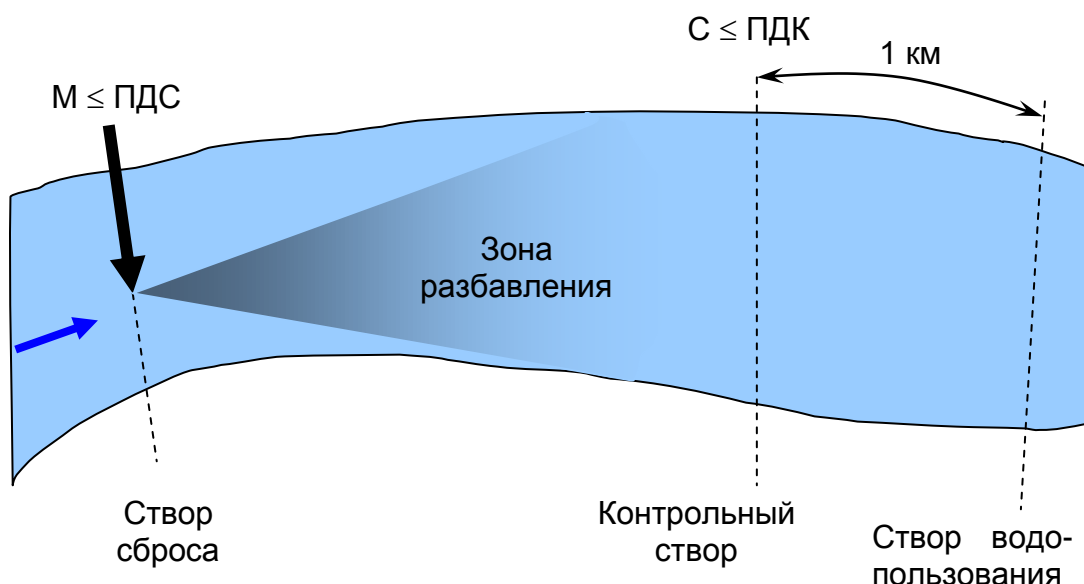


Рис. 4.12. Схема определения ПДС в проточные водотоки

непригодными хотя бы для одного из видов водопользования. Если же примеси (загрязняющие вещества) присутствуют в воде в пределах нормативов, то водный объект загрязненным не считается.

Таким образом, загрязненность воды — не абсолютное понятие: оно относится только к вполне определенному месту или зоне водного объекта и к конкретному виду водопользования. Поэтому водный объект вне места водопользования не считается загрязненным, даже если его экосистема полностью разрушена вследствие сброса вредных веществ. Такое положение является объективно вынужденным, т.к. полностью прекратить сбросы и разбавление в природных водах загрязняющих веществ пока нереально,



Рис. 4.13. Схема определения ПДС в непроточные водоёмы

однако с экологических позиций оно совершенно неприемлемо, ибо из него следует, что вне места водопользования водная экосистема, даже полностью разрушенная, загрязнённой не считается.

Поэтому экологически грамотные инженеры производства должны, независимо от того, обеспечена, или нет допустимая нагрузка на водный объект, принимать все технически доступные меры для минимизации сброса в него загрязняющих веществ.

Основным нормативным требованием к качеству воды в водном объекте является соблюдение установленных предельно допустимых концентраций, т. е. группы экологических стандартов, оценивающих состояние водной экосистемы и качество воды с точки зрения её опасности (или безопасности) для здоровья.

ПДК вредных веществ в водном объекте — это такая концентрация, при превышении которой вода становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования (ГОСТ 17403—72). Состав и свойства воды в водных объектах должны соответствовать нормативам в створе (поперечном сечении), заложенном на водотоках — в 1 км выше (рис. 4.12) ближайшего по течению пункта водопользования (хозяйственно-питьевое

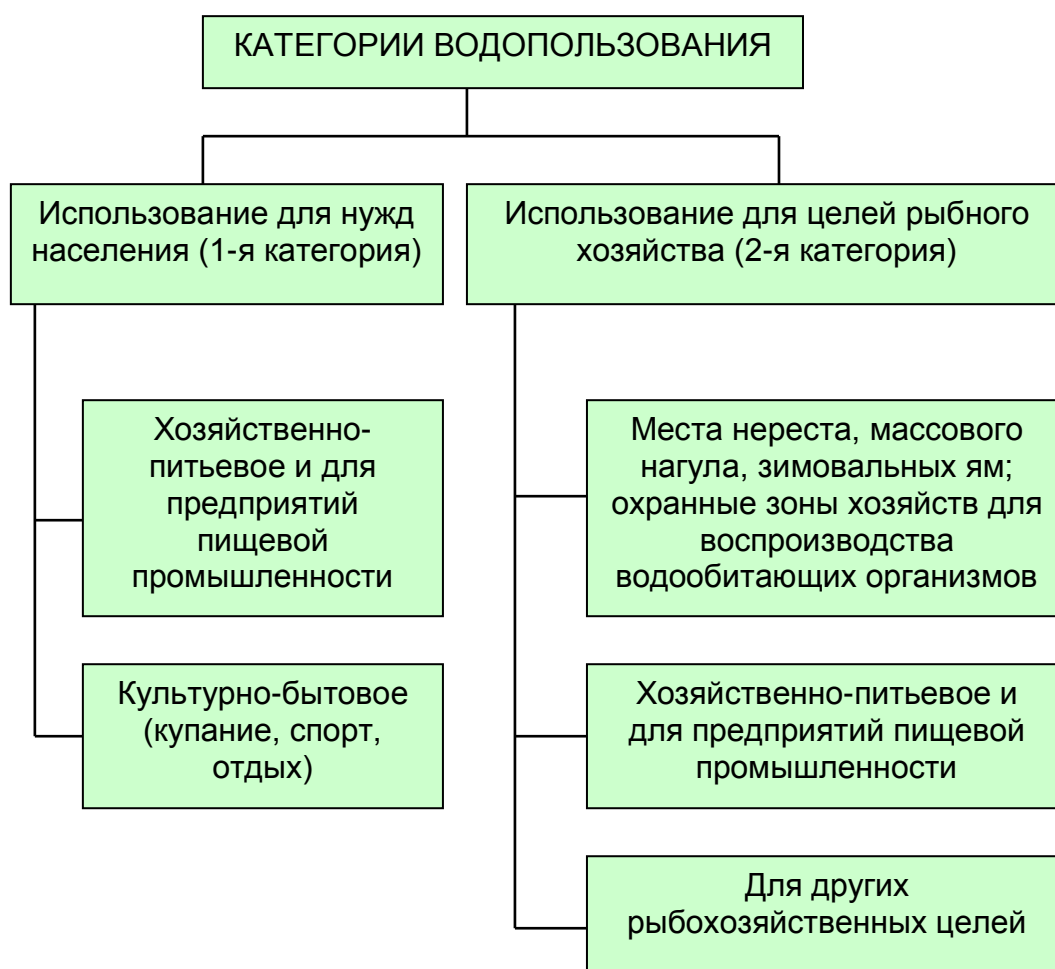


Рис. 4.14. Категории водопользования

водоснабжение, место купания, организованного отдыха, территория населенного пункта и т. п.), а на непроточных водоемах — в радиусе 1 км от пункта водопользования (рис. 4.13).

Как и для примесей в атмосферном воздухе, для веществ, загрязняющих воду, установлено раздельное нормирование качества воды, хотя принцип деления здесь иной и связан он с приоритетным назначением водного объекта, т. е. с категориями водопользования (рис. 4.14).

К качеству воды каждой из показанных на рисунке категорий водопользования предъявляются различные требования: в одних случаях более, в других — менее жесткие. Например, присутствие хлорорганических ядохимикатов (ДДТ, гексахлоран) в хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых водных объектах допускается в весьма ограниченных количествах: концентрации соответственно 0,02 и 0,1 мг/л. В воде рыбохозяйственных водоемов присутствие этих веществ вообще не допускается (вещества не должны определяться существующими методами анализа), что объясняется закономерностью прогрессивного накопления токсикантов в пищевых цепях. Некоторые вещества могут оказывать неблагоприятное воздействие на организм только при попадании внутрь, другие опасны, кроме того, и при контактном воздействии. Соответственно присутствие первых ограничивает возможности для купания и умывания (*санитарное ограничение*), а вторых — лимитирует использование воды для питья и приготовления пищи (*санитарно-токсикологическое ограничение*).

Некоторые вещества являются вредными в сравнительно высоких концентрациях именно при контактном воздействии или при воздействии на органы чувств, и поэтому их ПДК в водных объектах первой категории имеют высокие значения с *общесанитарной* точки зрения. Однако в водных объектах второй категории они оказываются токсичными для ихтиофауны (рыб), и здесь на первое место выдвигается их *токсическое* действие. Соответственно ПДК на эти вещества ужесточаются. Например, если в водных объектах первой категории ПДК для аммиака (по азоту) составляет 2 мг/л, то для второй категории — она в 40 раз ниже. Есть вещества малоядовитые, но обладающие резким стойким запахом, например нефтепродукты. В водных объектах первой категории преимущественное значение имеет запах, и поэтому в основе ограничения — *органолептические* свойства воды, загрязненной этими продуктами (ПДК = 0,3 мг/л). Однако ткани рыб, обитающих в водоёмах рыбохозяйственного назначения, приобретают резкий запах, а кроме того, нефть губительна для икры, личинок, молоди рыб. Поэтому в рыбохозяйственных водных объектах присутствие нефти лимитируется прежде всего по *рыбохозяйственному* показателю и ПДК снижается до 0,05 мг/л.

Таким образом, для обеспечения чистоты водных объектов одновременно с предельно допустимыми концентрациями используется другой ограничительный норматив: *лимитирующий показатель вредности*

Таблица 4.1

Некоторые общие требования к составу и свойствам воды

Показатели	Категория водопользования			
	хозяйственно-питьевое	культурно-бытовое	воспроизводство ценных рыб	прочее рыбохозяйственное
Взвешенные вещества: увеличение содержания по сравнению с природным уровнем не более, мг/л	0,25	0,75	0,25	0,75
Плавающие примеси	На поверхности водоёма не должны обнаруживаться плавающие плёнки, пятна масел, жиров и других примесей			
Запахи, привкусы	Не более 2-х баллов, обнаруживаемых:		Вода не должна сообщать посторонних привкусов мясу рыб	
	непосредственно или при хлорировании	непосредственно		
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике:		Вода не должна иметь окраски	
	20 см	10 см		
Температура	Летом не должна повышаться более чем на 3 ⁰ С по сравнению со средней для самого жаркого месяца		Не допускается повышение (в сравнении с естественной) более чем на 5 ⁰ С, с общим повышением более 20 ⁰ С летом и 5 ⁰ С зимой	
Кислотность, (рН)	В пределах 6,5 – 8,5			
БПК при 20 ⁰ С не более, мг/л	3,0	6,0	3,0	3,0
Растворённый кислород	В любой период года не менее 4 мг/л в пробе, взятой до 12 часов		В зимний (подлёдный) период не ниже, мг/л:	
			6,0	4,0

БПК — количество O₂, израсходованное в определенный промежуток времени на собственно биохимическое окисление (разложение) нестойких органических соединений в исследуемой воде.

(ЛПВ), не имеющий количественной характеристики, а отражающий приоритетность требований к качеству воды в тех случаях, когда водный объект имеет полифункциональное назначение. В водных объектах культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения в основу приоритетности нормирования положены преимущественно санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический лимиты, а в рыбохозяйственных — в основном токсикологический и отчасти органолептический.

Загрязнение воды связано не только с присутствием в ней токсичных или дурнопахнущих веществ, но и с изменением ряда других физико-химических показателей. В водных экосистемах имеют значение режимы таких экологических факторов, как содержание взвешенных веществ, минеральный состав, растворенный кислород, температура, рН и др. (табл. 4.1).

Состав и свойства воды в створах водопользования ни по одному из названных показателей не должны превышать установленных нормативов. В случае использования водного объекта для различных нужд приоритетными являются более жесткие требования в ряду одноименных показателей.

Предприятие, имеющее сточные воды, несет ответственность за превышение тех или иных показателей качества воды в водном объекте и обязано обеспечивать их соблюдение с помощью совокупности инженерных и организационных мероприятий.

Методы очистки сточных вод

Биологические методы очистки воды

Для понимания этих методов полезно сделать исторический обзор. Уже в древности фекальные сточные воды вносились на поля, где под действием микроорганизмов шел аэробный процесс разрушения органических соединений. Образующиеся при этом минеральные биогены служили удобрением для сельскохозяйственных культур. Недостатки метода заключались в распространении неприятного запаха и накоплении в почве плохоразрушаемых остатков, что отрицательно сказывалось на её воздухопроницаемости. Кроме того, с фекалиями могли распространяться различные возбудители заболеваний и паразиты.

Только с середины XIX в. приступили к очистке сточных вод, особенно в городах, используя в качестве отстойников пруды или озера с большой поверхностью. Органические вещества перерабатываются микроорганизмами при участии растворенного в воде кислорода. При этом собирающийся на дне ил подвергается медленному процессу гниения (анаэробное разложение), при этом выделяются ядовитые газы.

С ростом объемов сточных вод выявилась необходимость усовершенствования методов очистки за счет увеличения производительности. В современных биологических очистительных установках сначала проводят предварительную механическую очистку. Для этого сточные воды пропускают через ряд сит, где отделяют грубые составные части. Затем воды с малой скоростью пропускают через одну или несколько ловушек, в которых оседает увлеченный водой песок, а при необходимости отделяют нефтепродукты и масла.

Последняя стадия очистки – биологическая. Через воду интенсивно пропускают воздух, сама вода смешивается с биологически активным илом, богатым микроорганизмами, чтобы возможно быстрее достичь разложения

органических загрязнителей. Достаточного обеспечения воды кислородом можно добиться различными методами (рис. 4.15). При всех методах вода должна находиться в постоянном движении, чтобы было оптимальное распределение микроорганизмов между добавленным илом и обогащенной кислородом водой.

После микробиологического разложения органической части воду оставляют в отстойнике. Здесь оседают хлопья, образованные трудно распадающимися веществами и колониями бактерий. Такие образования могут плавать на поверхности, если они содержат пузырьки газа. Как осевший, так и плавающий ил постоянно убирают. Ил частично переходит к новым порциям сточных вод, остальной ил обрабатывают таким образом, чтобы уничтожить патогенные бактерии и яйца паразитов и предотвратить дальнейшее гниение.

Современные методы обработки сточных вод ускоряют процесс разложения в 240 раз по сравнению с природными условиями.

Биологически очищенные воды либо поступают в отстойники, либо направляются в рыбопродукционные пруды, в которых происходит дальнейшая очистка, состоящая, прежде всего в том, что растения усваивают выделенные минеральные вещества и в спокойной воде на дно оседают отмершие микроорганизмы. Однако эта стадия используется не всегда, в результате сточные воды после биологической очистки содержат большое количество нитратов и фосфатов, которые являются причиной *эвтрофикации* водоемов.

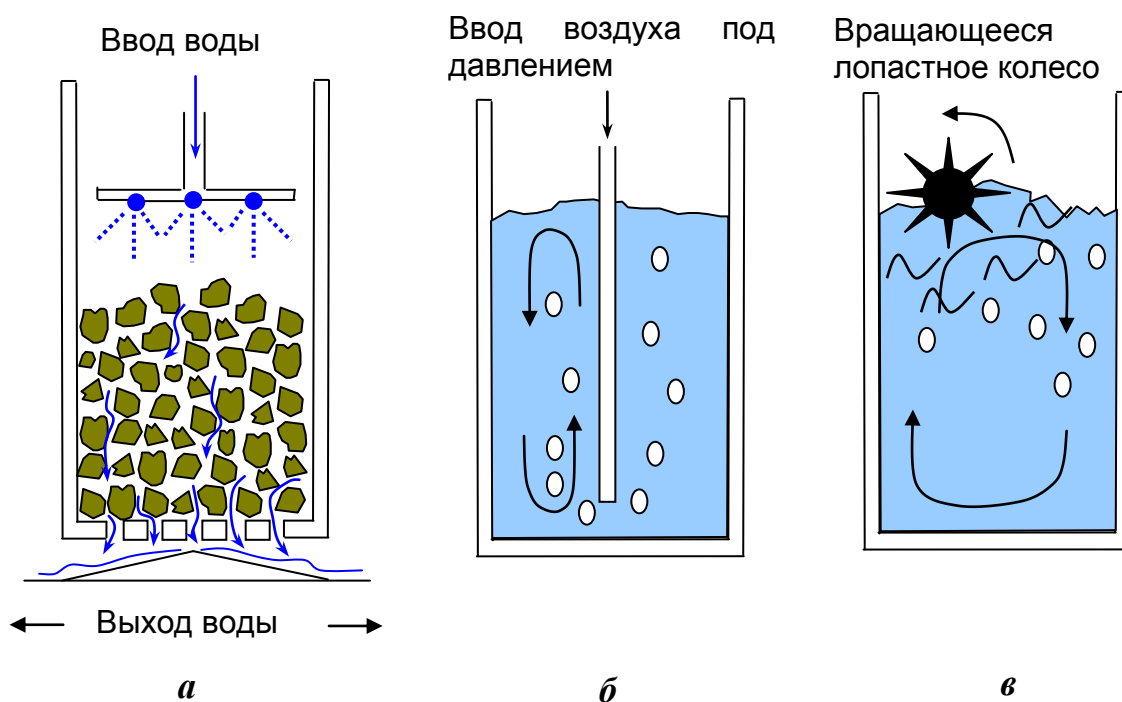


Рис. 4.15. Принципиальные схемы некоторых установок по биологической очистке воды: а – проточный метод капельного орошения, б – установка с барботированием воздуха, в – установка с перемешиванием.

Улавливание твердых частиц

Очистка сточных вод от твердых частиц в зависимости от их свойств, концентрации и фракционного состава осуществляется методами

- процеживания,
- отстаивания,
- отделения твердых частиц центробежным способом,
- фильтрованием.

Процеживание - первичная стадия очистки сточных вод - предназначено для выделения из сточных вод крупных нерастворимых примесей размером до 25 мм, которые в процессе дальнейшей обработки стоков мешают работе очистного оборудования.

Отстаивание основано на особенностях процесса осаждения твердых частиц в жидкости под действием силы тяжести. При этом может иметь место свободное осаждение неслипающихся частиц и осаждение частиц, склонных к коагулированию.

Для отстаивания стоков применяют песколовки и отстойники.

На рис. 4.16 представлена схема горизонтальной песколовки с прямолинейным движением сточной воды, поступающей в песколовку 2 по патрубку 1. Оседающие в процессе движения воды твердые частицы скапливаются в шламосборнике 3 и на дне песколовки, а очищенная вода через выходной патрубок 4 направляется для дальнейшей обработки. Удаление осадка из песколовок осуществляют, как правило, ежедневно.

Отстойники используют для выделения из сточных вод твердых частиц размером менее 0.25 мм. По направлению движения сточной воды в отстойниках последние делят на горизонтальные, вертикальные, радиальные, комбинированные.

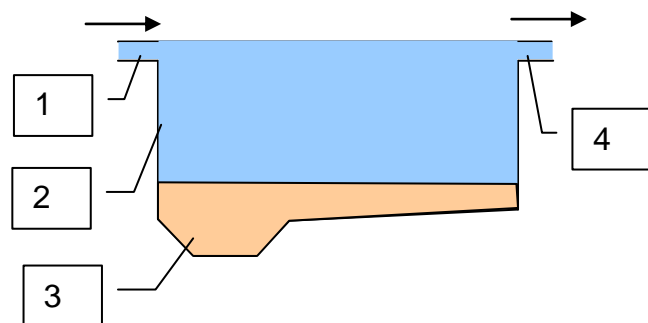


Рис. 4.16. Схема горизонтальной песколовки.

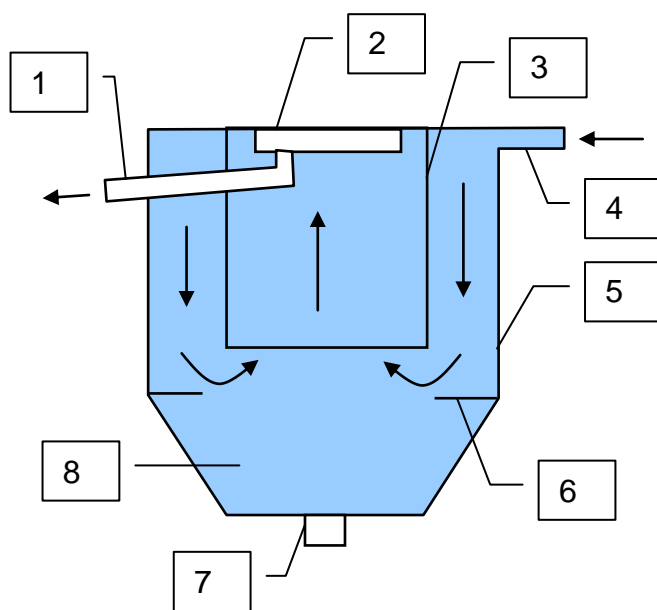


Рис. 4.17. Схема вертикального отстойника.

На рис. 4.17 представлена схема вертикального отстойника, в который очищаемая вода поступает по трубопроводу 4 в кольцевую зону, образованную цилиндрической перегородкой 3 и корпусом 5 отстойника. В процессе вертикального движения сточная вода встречает на своем пути отражательное кольцо 6, направляющее поток воды во внутреннюю полость перегородки 3, а твердые частицы оседают в шламосборник 8. Очищенная сточная вода поступает в кольцевой водосборник 2 и через трубопровод 1 выводится из отстойника. Осадок, скапливающийся в шламосборнике, периодически удаляется из него через трубопровод 7.

Отделение твердых примесей в поле действия **центробежных сил** осуществляется в *гидроциклонах* и центрифугах. Гидроциклоны по конструкции аналогичны циклонам для очистки газов.

Фильтрация сточных вод предназначено для очистки их от тонкодисперсных твердых примесей с небольшой концентрацией. Процесс фильтрации применяется также после физико-химических и биологических методов очистки, т.к. некоторые из этих методов сопровождаются выделением в очищаемую жидкость механических загрязнителей.

Существует два типа фильтров: несвязанные (кварцевый песок, дробленый шлак, гравий, антрацит и т.п.) и связанные (микрофильтры из пористых материалов). Для очистки стоков от металлических примесей используют электромагнитные фильтры.

Очистка сточных вод от маслопродуктов

Очистка сточных вод от маслопродуктов в зависимости от их состава и концентрации осуществляется:

- отстаиванием,
- обработкой в гидроциклонах,
- флотацией,
- фильтрованием.

Отстаивание основано на закономерностях всплывания маслопродуктов в воде по тем же законам, что и осаждение твердых частиц. Поэтому на практике перечисленные выше аппараты и сооружения используются для очистки стоков как от маслопродуктов, так и от твердых частиц.

Исходя из таких же предпосылок, проектируют гидроциклоны для отделения маслопродуктов и твердых частиц в поле действия **центробежных сил**.

Очистка сточных вод от маслопримесей **флотацией** заключается в интенсификации процесса всплывания маслопродуктов при обволакивании их частиц пузырьками воздуха, подаваемого в сточную воду.

На рис. 4.18 представлена схема флотационной пневматической установки. Исходная сточная вода по трубопроводу 1 и отверстия в нём равномерно поступает во флотатор 7. Одновременно по трубопроводу 9 подается сжатый воздух, который через насадки 8 из пористого материала в виде мельчайших пузырьков равномерно распределяется по сечению флотатора. В процессе всплывания пузырьки воздуха обволакивают частицы маслопродуктов, поверхностно-активных веществ и мелких твердых частиц, увеличивая скорость их всплывания. Образующаяся таким образом пена скапливается между зеркалом воды и крышкой флотатора 2, откуда она удаляется центробежным вентилятором 3 и через трубопровод 4 направляется на дальнейшую обработку. Очищенная вода огибает вертикальную перегородку 6, откуда по трубопроводу 5 подается для дальнейшей обработки.

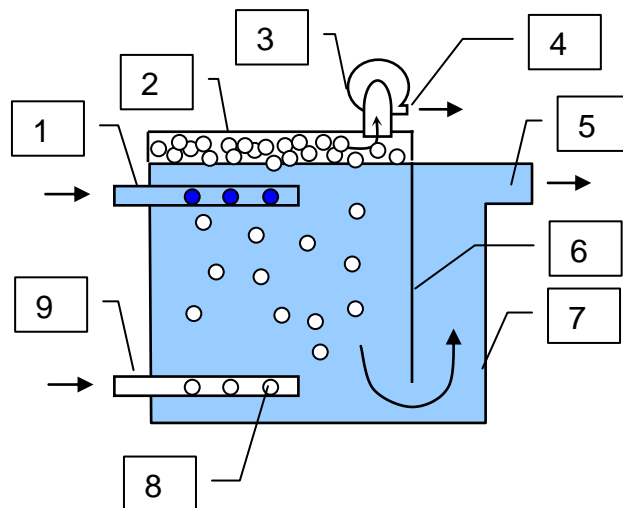


Рис. 4.18. Схема пневматического флотатора.

В промышленности также используют метод электрофлотации, преимущества которого заключаются в том, что протекающие при этом электрохимические процессы обеспечивают дополнительное обеззараживание воды.

Этап **фильтрации** необходим, т.к. концентрация маслопродуктов в сточной воде на выходе из отстойников или гидроциклонов достигает $0,01...0,2 \text{ кг/м}^3$ и значительно превышает нормы. Лучшим фильтроматериалом считается кварцевый песок, т.к. на поверхности раздела кварц-вода образуется электрическое поле, способствующее *адсорбции* маслопродуктов. Эффективность очистки стоков значительно повышается при добавлении волокнистых материалов (асбеста), а также поверхностно-активных веществ (ПАВ). Из искусственных материалов наиболее подходящим для изготовления фильтров является *пенополиуретан* (эффективность очистки до 0.99 при скорости фильтрации до 0.01 м/с). При использовании этого материала легко организуется процесс регенерации фильтра: его просто механически отжимают.

Очистка сточных вод от растворимых примесей

Очистка сточных вод от растворимых примесей осуществляется:

- экстракцией,
- сорбцией,

- нейтрализацией,
- электрокоагуляцией,
- дистилляцией (перегонкой),
- ионным обменом,
- гиперfiltrацией,
- озонированием и т.д.

Экстракция - процесс перераспределения примесей сточных вод в смеси двух взаимно нерастворимых жидкостей (сточной воды и *экстрагента*) в соответствии с коэффициентом экстракции $k_э = c_э / c_в$, где $c_э$ и $c_в$ - концентрации примеси в экстрагенте и сточной воде по окончании процесса экстракции. Например, при очистке стоков от фенола используют в качестве экстрагента бензол или бутилацетат (коэф. экстракции составляет соответственно 2,4 и 8...12).

Сорбция наряду с использованием в процессах очистки газов широко применяется для очистки сточных вод от растворимых примесей. В качестве сорбентов используют практически любые мелкодисперсные вещества (зола, торф, шлаки, глина, активированный уголь).

Нейтрализация сточных вод предназначена для выделения из них кислот, щелочей, а также солей металлов на основе кислот и щелочей. Нейтрализация основана на объединении ионов водорода H^+ и гидроксильной группы OH^- в молекулу воды, в результате чего сточная вода имеет $pH \approx 6...7$ (нейтральная среда). Нейтрализацию осуществляют

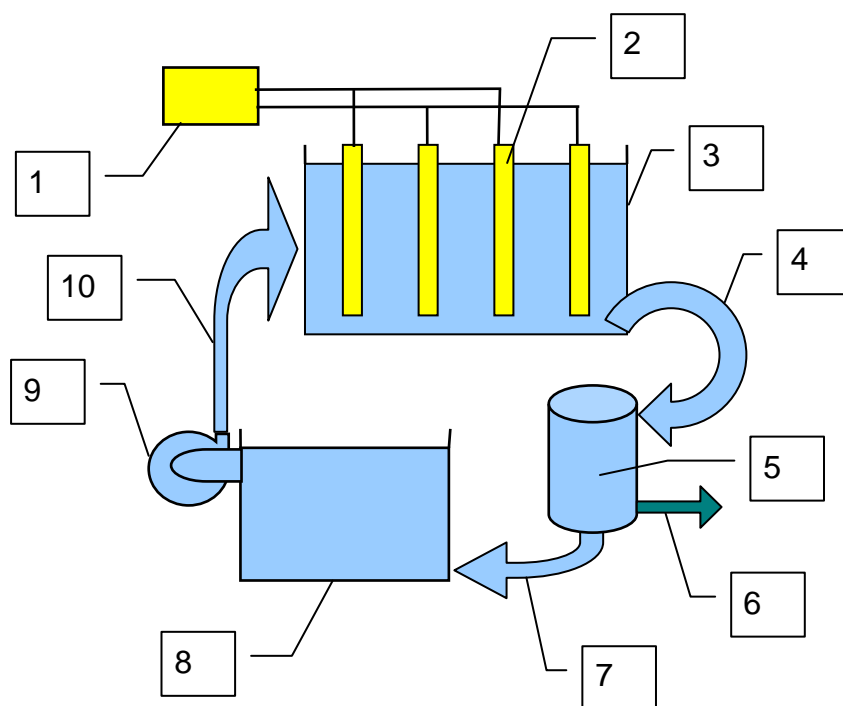


Рис. 4.19. Схема электрокоагуляционной установки

смешением кислых и щелочных сточных вод, добавлением в кислые стоки любых щелочей и их солей (NaOH, KOH, известь, мел, доломит, сода и т.д.), добавлением в щелочные стоки кислоты (обычно технической серной).

Электрокоагуляция применяется для очистки сточных вод гальванических и травильных отделений от хрома и других тяжелых металлов, а также от *цианов*.

На рис. 4.19 представлена схема электрокоагуляционной установки для очистки стоков от шестивалентного хрома. Сточная вода из промывной ванны 8 гальванического участка насосом 9 подается по трубопроводу 10 в электролизер 3, в котором расположены электроды 2, питающиеся от выпрямителя 1. При пропускании электрического тока через воду происходит анодное растворение поверхности стальных электродов с образованием ионов двухвалентного железа, который, взаимодействуя с шестивалентным хромом, образует нерастворимые гидроксиды. Сточная вода с взвешенными в ней гидроксидами поступает по трубопроводу 4 в центрифугу 5, где происходит отделение взвесей под действием центробежных сил. Осадок удаляется через трубопровод 6. Очищенная вода поступает на повторное использование по трубопроводу 7.

Суть **ионообменных** методы очистки сточных вод заключается в том, что в качестве фильтрующего элемента используют синтетические ионообменные смолы, обладающие высокой эффективностью при очистке от большого числа примесей. Смолы изготавливаются из практически нерастворимых в воде полимерных веществ, имеющих подвижный ион (*катион* или *анион*), который при определенных условиях вступает в реакцию обмена с ионами того же знака, содержащимися в сточной воде.

Гиперфильтрация (обратный осмос) реализуется разделением растворов путем фильтрования их через мембраны, поры которых, размером 10 А, пропускают молекулы воды, задерживая ионы солей или молекулы других соединений. Мембраны выбираются по селективности по отношению к ионам различных веществ. По сравнению с другими методами, гиперфильтрация имеет следующие преимущества:

- малые энергозатраты,
- простота установок,
- фильтрат имеет высокую степень чистоты, а сконцентрированные примеси сточных вод легко утилизируются или уничтожаются,

Озонирование - процесс обработки сточной воды озоном - применяется для очистки вод от тяжелых металлов, цианидов, сульфидов и др.

Защита земельных ресурсов в промышленности

В то время как загрязнение воздуха и воды можно заметить или обнаружить, загрязнения почвы могут оставаться скрытыми в течение длительного времени. Как правило, люди не входят с почвой в такой тесный контакт, как с воздухом или водой. Почва непрозрачна, в большинстве случаев обладает значительным буферным действием, что позволяет

загрязнениям оставаться незамеченными в течение длительного времени. Но по исчерпанию адсорбционной емкости наступает **проскок** – внешне неожиданное загрязнение грунтовых вод даже без поступления новых количеств загрязнителей.

Следует также отметить, что почвы обладают способностью к регенерации. Многие обитатели почвы служат источником ферментов, в присутствии которых вредные вещества расщепляются быстрее, чем в воде или на воздухе.

Нормирование качества почвы

Нормирование загрязняющих веществ в почве имеет три направления:

1. нормирование содержания ядохимикатов в пахотном (корнеобитаемом) слое почвы сельскохозяйственных угодий,
2. нормирование накопления токсичных веществ на территории предприятия,
3. нормирование загрязненности почвы в жилых районах, преимущественно в местах временного хранения бытовых отходов.

В пахотном слое почвы вредные вещества нормируются по двум показателям: предельно допустимым (ПДКп) и временно допустимым концентрациям (ВДКп). Для установления ПДКп используют данные о фоновых концентрациях исследуемых веществ, их физико-химических свойствах, параметрах стойкости, токсичности. При этом экспериментально устанавливаются:

- **транслокационный** показатель вредности - допустимую концентрацию вещества в почве, при которой его содержание в пищевых и кормовых растениях не превысит некоторых допустимых остаточных количеств (ДОК), иначе называемых ПДК в продуктах питания (ПДКпр);
- **миграционный воздушный** показатель вредности - допустимую (для летучих веществ) концентрацию, при которой поступление вещества в воздух не превысит установленных ПДК для атмосферного воздуха (ПДКа.в);
- **миграционный водный** показатель вредности - допустимую концентрацию, при которой поступление вещества в грунтовые воды не превысит ПДК для водных объектов;
- **общесанитарный** показатель вредности - допустимую концентрацию, не влияющую на микроорганизмы и процессы самоочищения почвы.

Наиболее жесткий из ряда названных показателей принимается в качестве ПДКп, причём сравнение идет по одноименным показателям вредности, т. е. по сходному действию разных веществ.

Санитарное состояние почвы оценивается по ряду гигиенических показателей, в том числе по так называемому санитарному числу, т.е. отношению содержания белкового азота к общему органическому. Кроме

того, учитывается наличие кишечной палочки (*коли-титр*), личинок мух, яиц гельминтов. По комплексу этих показателей почва оценивается как чистая или загрязненная (табл. 4.2).

Таблица 4.2

Комплексные гигиенические показатели санитарного состояния почв

Оценка качества почвы	Наименование показателей				
	Личинки и куколки мух в 0,25 м ³ почвы, экз.	Яйца гельминтов в 1 кг почвы, экз.	Коли-титр	Титр анаэробных бактерий	Санитарное число
Чистая	0	0	1 и более	0,1 и более	0,98 – 1,0
Слабо загрязнённая	Единично	До 10	1 – 0,01	0,1 – 0,001	0,85 – 0,98
Загрязнённая	10 – 25	11 – 100	0,01 – 0,001	0,001 – 0,00001	0,70 – 0,80
Сильно загрязнённая	Более 25	Более 100	0,001 и менее	0,00001 и менее	0,70 и менее

Нормативы накопления токсических отходов на территории предприятия устанавливаются на основе совокупности показателей, включающих размеры территории складирования, токсичность и химическую активность соединений, присутствующих в отходах. Для этого также существует ряд формул, хотя принципы такого нормирования и общие подходы к нему могут варьировать в регионах с различными почвенными и климатическими условиями.

Обычно нормируются два показателя: предельное количество токсичных промышленных отходов на территории предприятия и предельное содержание токсичных соединений в промышленных отходах.

Предельное количество отходов на территории предприятия — это такое их количество, которое можно размещать при условии, что возможное выделение вредных веществ в воздух не превысит 30 % от ПДК в воздухе рабочей зоны предприятия ПДКр.з. При этом вещества, наиболее опасные и даже хранимые в герметизированной таре, а также токсичные отходы очистных сооружений удаляются с территории предприятия в течение суток. Твёрдые сыпучие отходы, хранящиеся в контейнерах, пластиковых пакетах и бумажных мешках, удаляются в течение двух суток.

Предельное количество отходов и их судьбу определяют путём замеров содержания токсичных веществ в воздухе (с учетом эффекта суммации), получением средневзвешенной концентрации и делением её на соответствующее значение ПДК (точнее — 30 % от ПДКр.з). Если это отношение больше единицы, то количество находящихся на территории отходов является предельным, и они подлежат немедленному удалению.

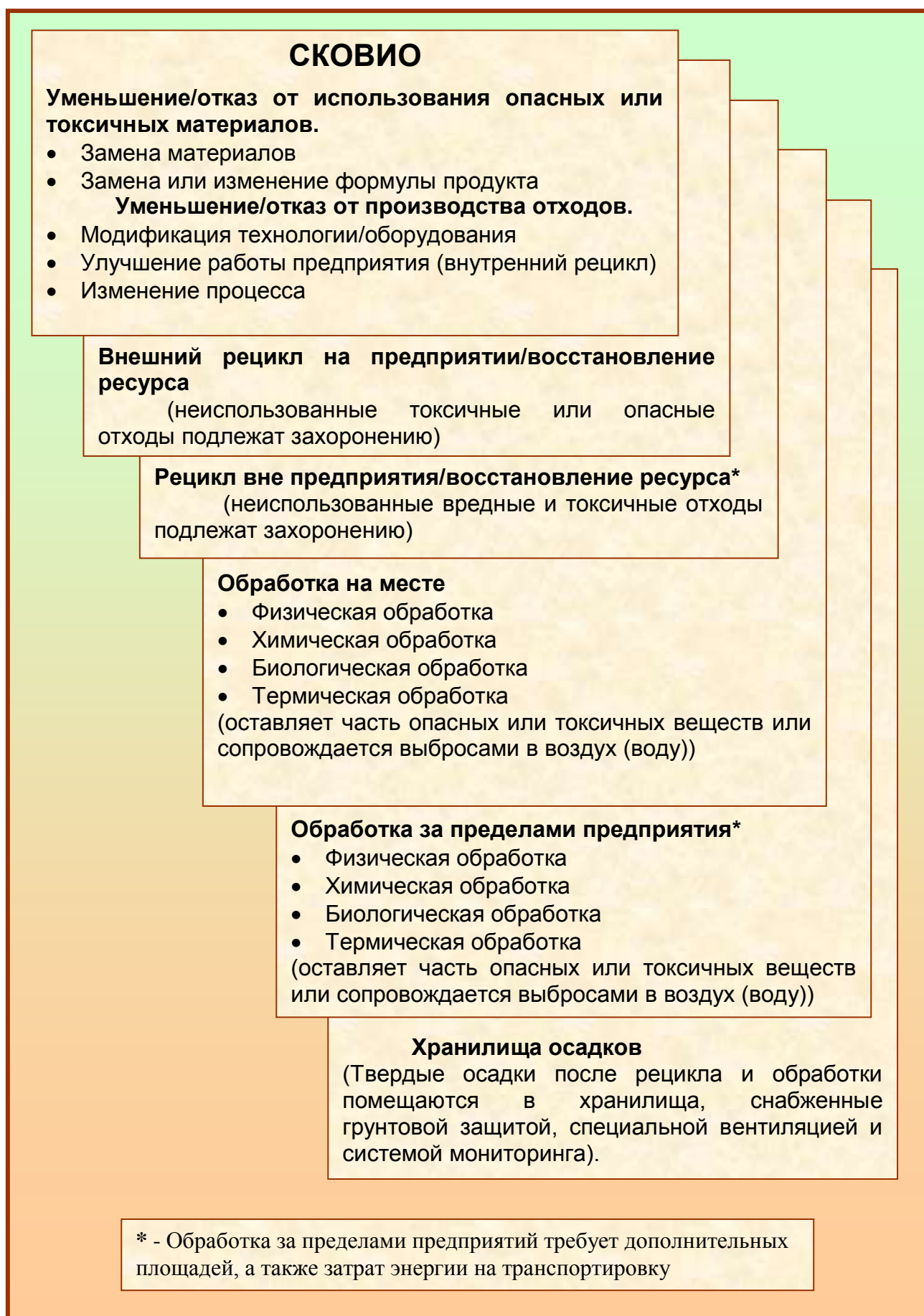


Рис. 4.20. Иерархия управления отходами

Предельное содержание токсичных соединений (в г/кг или мг/кг) в отходах определяет класс опасности этих отходов. Здесь используются сложные многоступенчатые расчеты, конечной целью которых является установление ПДК токсичных веществ в общей массе отходов. В расчетных формулах используются средняя летальная доза, коэффициент растворимости исследуемого вредного компонента, его летучесть и некоторые промежуточные показатели, в частности суммарный индекс опасности всех компонентов в отходах.

Контроль загрязнения почв осуществляется преимущественно в условиях населенных пунктов органами санэпидслужбы и включает: предупредительный надзор, заключающийся в апробации генеральной схемы очистки и проектов сооружений по очистке и обезвреживанию твердых промышленных и бытовых отходов, и текущий — с целью обеспечения санитарной охраны почвы, своевременного сбора и удаления промышленных отходов и вторичного сырья. Под контролем санитарной службы находится не только сбор, но и транспортировка отходов, согласование мест их захоронения и переработки. Это касается также осадков водоочистных сооружений (скопов, отработанного активного ила и др.).

Контроль над отходами.

Наилучший вариант борьбы с отходами – не производить их вовсе. Поэтому любое государство, заботящееся о своем будущем, должно разрабатывать стратегию, направленную на стимулирование сокращения объема производимых отходов, рециклирования отходов, создания безотходных технологий, использования биodeградирующих химикатов, увеличения срока службы товаров и т.д.

Наилучший вариант борьбы с отходами – не производить их вовсе.

Существенно сократить объем отходов можно за счет внедрения на предприятии стратегии СКОВИО.

СКОВИО - снижение количества отходов в источнике их образования - внутризаводские мероприятия, которые уменьшают, предотвращают или ликвидируют образование вредных отходов таким образом, что уменьшают риск для здоровья и окружающей среды. К СКОВИО *относится* повторное использование ресурсов, которое является неотъемлемой частью данного промышленного процесса - "**внутренний рецикл**". Определение *не включает* в себя рецикл, связанный с перемещением отходов на другие участки предприятия или за пределы промышленной площадки - "**внешний рецикл**". Иерархия управления отходами согласно данной стратегии показана на рис. 4.20.

Энергосбережение

Наиболее оптимальное решение энергетических проблем в настоящее время прежде всего заключается в повышении энергоэффективности. Самый лёгкий и дешёвый путь повышения энергоэффективности с наименьшими последствиями для окружающей среды состоит в частичном или полном решении проблемы бесполезных расходов и потерь энергии. Этого можно достичь тремя путями:

1. Уменьшением потребления энергии за счёт изменения методов её расходования. Например, вместо ежедневных поездок на личном автомобиле отдавать предпочтение общественному транспорту, выключать лишний свет, утеплять окна вместо установки электрорадиатора и т.п.
2. Повышением КПД всех существующих промышленных, энергетических, транспортных и бытовых установок, потребляющих энергию.
3. Соблюдением принципа соответствия качества энергии решаемым задачам. Например, не использовать электричество для отопления помещений, а динамит - для освещения.

Экономия энергии и сокращение её потерь позволяют продлить срок использования ископаемого топлива, увеличивают время перехода к неисчерпаемым и возобновимым энергетическим ресурсам и уменьшают зависимость национальной экономики от колебания цен на ископаемые топлива на мировом рынке. Кроме того, экономия энергии позволяет создать больше рабочих мест и даёт больший экономический рост на единицу энергии, чем другие альтернативы развития энергетики. Каждая же новая большая электростанция приводит к потере 4000 рабочих мест [11].

Ниже перечислены некоторые примеры экономии энергии в промышленности, на транспорте и в быту:

- использование принципа когенерации, т.е. комплексного использования тепла и электроэнергии (отопление и освещение зданий когенераторными установками на 30% более эффективно, чем электричеством удалённых ТЭЦ);
- повторная переработка конструкционных материалов (повторная переработка алюминия снижает затраты электричества на 95% по сравнению с получением алюминия из руды);
- регулирование мощности оборудования в зависимости от вида выполняемых работ (не нужно резать масло бензопилой!);
- переход к рациональному освещению (освещать там, где надо и тогда, когда надо);
- использование для освещения люминисцентные лампы взамен ламп накаливания (эффективность повышается в пять раз);
- повышение топливной экономичности автомобилей и их рациональное использование;

- строительство энергосберегающих зданий, максимально сохраняющих тепло и в то же время защищённых от перегрева;
- использование теплообменников в системах приточно-вытяжной вентиляции и т.д.

Экологический паспорт предприятия

Экологический паспорт промышленного предприятия — нормативно-технический документ, включающий данные по использованию предприятием природных и вторичных ресурсов и определению влияния производства на окружающую среду. В экологическом паспорте отражаются данные о влиянии на окружающую среду всех элементов предприятия:

- сведения о применяемых предприятием технологиях;
- количественные и качественные характеристики используемых ресурсов: сырья, топлива, энергии;
- количественные характеристики выпускаемой продукции;
- количественные и качественные характеристики выбросов (сбросов, отходов) загрязняющих веществ от предприятия.

Указывается взаимное расположение данного предприятия с граничащими объектами, приводится карта-схема с нанесенными на неё источниками загрязнения атмосферы и поверхностных вод, местами забора воды (водозаборами), складирования отходов; указываются границы санитарно-защитной зоны, жилых массивов, лесов, сельскохозяйственных угодий, транспортных магистралей, зон отдыха, рекреаций, постов наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха и сбросом сточных вод в водные объекты, стационарных постов природоохранных органов России; даётся краткая природно-климатическая характеристика района расположения предприятия: метеорологические характеристики и коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере.

В паспорте приводится характеристика источников водоснабжения и приемников сточных вод, местоположение водного объекта, минимальный среднемесячный расход воды в реке, показатели качества воды выше и ниже выпуска или забора воды.

Сведения об использовании земельных ресурсов включают характеристику использования земли под здания и сооружения, склады, дороги, хранилища и свалки твердых отходов, накопители сточных вод, санитарно-защитные зоны.

В экологическом паспорте приводятся данные о составе и расходе сырья, вспомогательных материалов и энергоресурсов по видам продукции. Данные по расходу материала должны быть увязаны с балансовой схемой материальных потоков.

Данные экологического паспорта увязаны с другими видами отчетности, в частности, в нем приводятся сведения статистической отчетности по всем загрязняющим веществам: их наименование, количество,

направляются ли они на очистку или выбрасываются в окружающую среду, объём уловленных и обезвреженных веществ, количество загрязняющих соединений, возвращенных в производство или используемых для получения товарного продукта, значения разрешенного выброса или сброса и сравнение его с количествами выбрасываемых загрязняющих веществ.

В экологическом паспорте находит отражение характеристика отходов, образующихся на предприятии: их количество, состав, свойства, места их складирования, методы утилизации и обезвреживания.

Каждое предприятие имеет свой транспорт, в экологическом паспорте отражается его влияние на окружающую среду.

В заключительной части должен присутствовать расчет платы за выбросы, сбросы, размещение отходов загрязняющих веществ отдельно в пределах установленных лимитов допустимых выбросов и превышающих их.

Составление экологического паспорта позволяет упорядочить данные о воздействии предприятия на окружающую среду и природоохранной деятельности на нём.

В 1990 г., когда был утвержден стандарт, предприятия активно включились в работу по составлению экологического паспорта. Полезной эта работа оказалась уже в том плане, что в результате была проведена инвентаризация всей природоохранной деятельности предприятия. В ходе работы по составлению экологического паспорта сотрудники служб охраны природы повысили свою квалификацию. Органы власти и Комитет по охране природы получили большую информацию об источниках загрязнений.

Контрольные вопросы

1. Объясните принципы и перечислите нормативы, используемые для контроля загрязнения воздуха.
2. Объясните принцип определения предельно допустимых выбросов (ПДВ).
3. Перечислите факторы, влияющие на степень загрязнения воздуха.
4. В чём заключаются предупредительные методы борьбы с загрязнением воздуха?
5. Перечислите методы очистки выбросов от пыли.
6. Перечислите методы очистки выбросов от газообразных загрязнителей.
7. Объясните принципы и перечислите нормативы, используемые для контроля загрязнения воды.
8. Объясните принцип определения предельно допустимых сбросов (ПДС).
9. В чём заключаются биологические методы очистки сточных вод?
10. Перечислите методы очистки стоков от твёрдых частиц и маслопродуктов.
11. Перечислите методы очистки стоков от растворённых примесей.

12. Объясните принципы и перечислите нормативы, используемые для контроля загрязнения почвы.
13. Объясните принцип определения предельно допустимых лимитов размещения отходов на территории промплощадки.
14. В чём заключается стратегия СКОВИО?
15. Перечислите методы энергосбережения.
16. Что такое экологический паспорт промышленного предприятия?

Литература

- 1 Стадницкий Г.В., Родионов А.И. Экология: Учеб. Пособие для вузов – 4-е изд., исправл. – СПб: Химия, 1997. – 240 с.: ил.
- 2 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. -Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 94 с.
- 3 Еремкин А.И., Квашнин И.М., Юнкеров Ю.И. Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу: учебное пособие. - Москва, изд. АСВ, 2000 -176с.
- 4 Рекомендации по оформлению и содержанию проекта нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) для предприятия /Госкомитет СССР по охране природы. - М.,1989 -42 с.
- 5 Уточнения к действующим нормативным документам по вопросам нормирования выбросов вредных веществ в атмосферу/ Минэкологии России. - М.,1992.
- 6 Инструкция по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. - Л., 1991. - 14 с.
- 7 ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.
- 8 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов. СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96. - М.: Информ.-изд. центр Минздрава России, 1997. - 47 с.
- 9 Руководство по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий/ЦНИИП градостроительства. - М.: Стройиздат, 1984. - 33 с.
- 10 Порядок определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия. Постановление Правительства РФ от 28.08.92 г., № 632
- 11 Миллер Т. Жизнь в окружающей среде. В 3-х томах: Пер. с англ. / Под ред. Ягодина Г.А. – М.: Издательская группа «Прогресс», «Пангея», 1993.

МОДУЛЬ 5. Экологический менеджмент и аудит

Когда спрашивают, во сколько обходится охрана окружающей среды, следует задать еще один вопрос: сколько будет стоить наша цивилизация, если нас не будет?

Гейлорд Нелсон

Бюрократический социализм рухнул, потому что не позволял ценам говорить экономическую правду. Рыночная экономика может погубить окружающую среду и себя, если не позволит ценам говорить экологическую правду.

Эрнст фон Вайцекер

Бизнес и окружающая среда – переоценка ценностей

Основные противоречия между бизнесом и экологией

Почему предпринимательская деятельность характеризуется в основном нерациональным использованием ресурсов и высокой степенью загрязнения окружающей среды?

Ответ заключается в тех противоречиях, которые, по мнению Всемирного совета предпринимателей по устойчивому развитию (ВСПУР), существуют между бизнесом и экологией в настоящее время [1]:

- Устойчивое развитие требует инвестиций, которые не скоро дадут отдачу. Однако финансовые рынки заинтересованы в инвестициях с быстрой отдачей.
- Усилия компаний, направленные на экоэффективное развитие, часто сокращают текущие прибыли в расчете на будущие преимущества. Финансовые рынки отдают предпочтение компаниям с высокими текущими доходами, а не тем, чей финансовый потенциал рассчитан на будущее.
- При низких ценах на ресурсы и способности компаний выводить стоимость экологического ущерба за пределы финансовой отчетности, их заинтересованность в том, чтобы стать экоэффективными, снижается. Финансовые рынки все еще продолжают отдавать предпочтение не экоэффективным компаниям.
- Устойчивое развитие требует крупных инвестиций в развивающиеся страны. Финансовые рынки устанавливают высокие премии за риск на инвестиции в развивающиеся страны.
- Высокие налоги на занятость способствуют повышению производительности труда, таким образом увеличивая безработицу,

в то время как низкие цены на природные ресурсы не способствуют их эффективному использованию.

- Системы бухгалтерского учета и финансовой отчетности не отражают настоящего или возможного экологического риска. Финансовые рынки вынуждены принимать решения, основанные на необъективной информации.
- Устойчивое развитие озабочено будущим. Финансовые рынки абсолютно игнорируют будущее.

К этим проблемам добавляется «неустойчивость» основных макроэкономических показателей. С 1942 г. показатели **валового национального продукта*** (ВНП) использовались правительствами большинства стран в качестве критерия благосостояния общества. Но этот показатель искажает картину реального качества жизни, поскольку он включает стоимость как полезных, так и наносящих ущерб товаров и услуг.

Традиционная рыночная экономическая система не отвечает требованиям устойчивого развития.

Например, увеличение производства сигарет повышает ВНП.

Но оно также приводит к увеличению числа раковых и сердечно-сосудистых заболеваний. Ирония заключается в том, что эти заболевания увеличивают ВНП, так как повышают расходы на здравоохранение и страхование.

Показатель ВНП не говорит нам также о том, как распределяется среди населения данной страны ресурсы и доход – сколько людей получают большой кусок пирога и сколько тех, кому перепадает лишь крохи. Данные о ВНП не дают также сведений об истощении природных ресурсов, от которых в конечном итоге зависит экономика.

Такие искаженные факты сбивают с толку политиков и приводят к тому, что они игнорируют или разрушают природные ресурсы и ухудшают качество окружающей среды во имя экономического развития. Если мы не разработаем более совершенные показатели для выяснения того, что мы делаем с собой и Землей, мы будем продолжать действовать подобно слепому капитану, управляющему судном без руля.

Однако картина вполне возможно не столь мрачная, как нам представляется. Хотя отношение финансовых рынков к устойчивому развитию далеко еще не сформировалось, налицо рост осознания важности самой проблемы. Существенно также, что целый ряд лидеров бизнеса, инвесторы, аналитики, банкиры, руководители страховых компаний и рейтинговых агентств все более уходят от внутренней оценки собственного риска, проникаясь пониманием выгод внешних возможностей. В каждом

* ВНП соответствует рыночной стоимости всех конечных товаров и услуг, произведенных экономикой в течение года.

секторе имеются лица, делающие хороший бизнес в связи с попытками общества найти пути к устойчивому развитию.

Основные концепции экологизации бизнеса

Свободные рынки

Краеугольным камнем устойчивого развития является система открытых конкурирующих рынков, цены которых отражают стоимость экологических и прочих ресурсов. Наиболее важной задачей, стоящей перед мировым сообществом, является видоизменение современной рыночной системы таким образом, чтобы она позволила включить экологические издержки в себестоимость производства продукции.

Свободные рынки могут стать стимулом для достижения устойчивого развития. Если цены на ресурсы установлены объективно, конкурентная борьба заставляет производителей экономить ресурсы. Если загрязнение окружающей среды будет отождествляться предпринимателями с ресурсами, «потерянными» для производства, то стремление снизить стоимость заставит производителей уменьшить вредные отходы, особенно если это будет связано с расходами на ликвидацию экологических последствий или выплату штрафов. Конкурентная борьба, присущая свободным рынкам, — основной фактор, способствующий созданию новых технологий. А новые технологии необходимы, чтобы более рационально использовать ресурсы для дальнейшей борьбы с загрязнением. Так же как и создание новых технологий, устойчивое развитие зависит от темпов экономического роста. Открытые, конкурирующие рынки создают рабочие места и перспективы для предпринимательства, являясь таким образом наиболее эффективным средством удовлетворения потребностей людей. Легко доступные рынки предоставляют людям, особенно бедным, дополнительные возможности. Они также неотделимы от других проявлений свободы, которые характерны для стран не только Восточной Европы, но и Латинской Америки, Африки и Азии.

Как считает американский профессор экономики и международных отношений Джин Гроссман, «свободная торговля позволяет каждой стране специализироваться в различных областях и использовать свои преимущества, что уже привело к более рациональному использованию ресурсов во многих странах».

Наиболее важной задачей, стоящей перед мировым сообществом, является видоизменение современной рыночной системы таким образом, чтобы она позволила включить экологические издержки в себестоимость производства продукции.

Абсолютный учёт издержек

Уровень добычи ресурсов, производства, объемы используемой энергии и уровень потребления зависят от величины стоимости. Все, что добывается, производится и потребляется, связано напрямую с ценой. Чем выше цена, тем меньше спрос. Этот основной экономический принцип справедлив как для коммерческих сделок, так и в отношении экологии. Если компании или отдельные предприниматели не платят вообще или платят незначительные штрафы за сброс отходов в окружающую среду, эти отходы будут значительными, однако этого не произошло бы, если бы цена включала полную стоимость наносимого отходами ущерба.

Включение экологических издержек в затраты предприятий часто называют «абсолютным учетом издержек».

Экономисты пытаются подсчитать всю сумму издержек, возникающих в связи с разными видами загрязнений и другим экологическим ущербом. Однако такой подсчет нельзя осуществить достаточно точно. Например, в случае с такой глобальной проблемой, как истощение озонового слоя, сумма издержек может быть только абстрактной, так как невозможно точно подсчитать стоимость разрушений озонового слоя планеты. Однако угроза здоровью вследствие истощения озонового экрана Земли заставила людей приступить к серьезным мероприятиям по контролю. Недостаток информации и несовершенство методов расчета могут быть преодолены с помощью повсеместной реализации концепции «абсолютного учета издержек».

Неточность в определении настоящих и будущих издержек, являющихся результатом загрязнений, не может являться оправданием того, что мы затрудняемся установить стоимость разрушения окружающей среды. Точно так же, как простые граждане устанавливают цену на свои личные вещи, общество должно создать механизмы для определения стоимости ресурсов, принадлежащих всему человечеству: водных запасов, атмосферы и т. д. Эта работа должна основываться на современных научных данных и на приоритетах, которые выбирает народ.

Рынок не указывает нам, в какую сторону двигаться, однако он создает наиболее эффективные средства для достижения цели.

Рынок не указывает нам, в какую сторону двигаться, однако он создает наиболее эффективные средства для достижения цели. Поэтому общество, опираясь на свои политические системы, должно вырабатывать стоимостные оценки, намечать цели на длительную перспективу, последовательно осуществлять политику взимания налогов и штрафов, а также корректировать курс на основе достигнутых результатов и изменяющихся условий. Таким образом, при движении к устойчивому развитию вполне

достаточным было бы простое введение экологических налогов, постепенное и предсказуемое.

Принцип «загрязнитель – платит»

В процессе становления устойчивого развития огромную роль играет реализация принципа «загрязнитель платит», в соответствии с которым лица, ответственные за загрязнение, обязаны полностью компенсировать ущерб, причиненный в процессе производства товаров и услуг

Еще в 1972 году члены Организации Экономического Сотрудничества и Развития (ОЭСР) одобрили принцип «загрязнитель платит», который получил быстрое признание, как в развитых, так и в развивающихся странах. ОЭСР считает любой механизм, обеспечивающий включение экологических издержек в себестоимость, совместимым с принципом «загрязнитель платит». Большая часть существующих природоохранных нормативов также соответствует этому принципу. Однако его реализация осуществляется не везде и носит оттенок чрезвычайности.

Часто утверждается, что платит не только «загрязнитель» в лице производителя, но частично и потребитель товара. Однако в этом и заключается основная задача этого принципа. Хотя существуют разные виды взысканий за причиненный экологический ущерб, и они преследуют изначально разные цели, но большая их часть непосредственно влияет на повышение цены товара. Высокие цены на товары, произведенные на экологически вредном производстве, это рыночный сигнал потребителю — приобретать более «экологичный» товар. За реакцией потребителя следует реакция производителя. Принцип «загрязнитель платит» призван повлиять на выбор потребителя, т.е. на спрос. Открытые и свободные рынки обеспечивают быстрое и эффективное реагирование промышленности на изменение спроса.

Отмена субсидий

Многие способы добычи, производства и распределения не окупают традиционных затрат (земли, вложенного труда, капитала и т. д.), не говоря уже о стоимости экологического ущерба. Это происходит оттого, что эти виды деятельности частично субсидируются. Субсидии, косвенно способствующие разрушению окружающей среды, являются недостатком не рынка, а проводимой экономической политики. В некоторых промышленно развитых странах отдельные виды энергии и транспорта, вода и некоторые сельскохозяйственные продукты продаются на рынке по ценам ниже их себестоимости. В ряде случаев цены на определенную продукцию держат выше себестоимости, способствуя таким образом перепроизводству (например, в сельском хозяйстве) и развитию интенсивных, экологически вредных методов производства. Во многих развивающихся странах энергия, земля, вода и сельскохозяйственные удобрения такие, как пестициды, оплачиваются ниже их реальной стоимости. В результате

наблюдается нерациональное использование ресурсов, ведущее к усилению загрязнений и засолению земель.

Сейчас многие рычаги государственного стимулирования, как и субсидии, способствуют разрушению рыночных отношений. Это и прямые субсидии на выработку энергии, и субсидии на добычу угля в Европейских странах, и освобождение от налога на электроэнергию (отсутствие налога на добавленную стоимость на электроэнергию в некоторых европейских странах), и налоговые льготы для автомобильных компаний, и поставка электростанциями энергии за неполную цену (что очень распространено в развивающихся странах).

Субсидии выделялись, время от времени по ряду политических и социальных причин без учета возможных последствий. Те группы, которым такие субсидии оказались выгодными, будь то фермеры, шахтеры, предприниматели или просто потребители, являются избирателями и принимают эту поддержку как должное. Отменить субсидию обычно намного труднее, чем ввести. Поскольку такая отмена создает проблемы, связанные с частичной реорганизацией хозяйства, было бы разумным финансовые средства, используемые на поддержание тех, кто решает экологические проблемы, перераспределить и направить на финансирование этой реорганизации.

***Отменить субсидию
обычно намного
труднее, чем ввести.***

Самоконтроль

Одними правительственными решениями невозможно реализовать концепцию устойчивого развития, так как в производстве и потреблении ежедневно участвуют миллиарды людей. Правительства должны создавать лишь предпосылки и условия, в которых будет развиваться эта концепция.

Самоконтроль в значительной степени снизил и будет продолжать снижать отрицательное воздействие промышленного предпринимательства на окружающую среду. Но для того, чтобы этот контроль был действенным, необходимо выработать систему требований, согласованных между соответствующими отраслями промышленности и правительством. При наличии такой системы контроля промышленность может свободно развиваться и быть конкурентоспособной.

Факторы, заставляющие промышленность контролировать себя:

- угроза государственного, более затратного и менее эффективного контроля;
- выполнение собственных, а не навязанных «сверху» инициатив;
- необходимость информировать о возможных экологических последствиях (она основана на государственном законодательстве и требует от правительств и компаний незначительных расходов);

- давление общественности или общественное мнение (между компанией и потребителями существует условное соглашение, нарушение которого неминуемо отрицательно скажется на делах компании);
- фактор примера (ведущие компании принимают хартию устойчивого развития, заставляя других следовать их примеру);
- единый взгляд на общие проблемы (промышленники тоже люди, поэтому, как и простые граждане, осознают серьезность угрозы экологического кризиса для жизни и благосостояния);
- последовательное экологическое поведение международных корпораций (активная деятельность средств массовой информации не дает крупным международным корпорациям оставаться в тени; это обязывает их поддерживать высокий технологический уровень).

Может оказаться, что самоконтроль обойдется обществу дешевле, чем применение командно-административных мер или экономических механизмов. Часто промышленные предприятия обладают информацией о технологиях и выбросах, которые необходимы правительству, чтобы эффективно осуществлять экологический контроль. Самоконтроль как раз и позволяет правительству сэкономить средства на сборе этих данных, выработке на их основе нормативов и последующем наблюдении за результатами. Очевидно, что даже в условиях функционирования системы самоконтроля не произойдет самоустранения правительства из природоохранной сферы, но его вмешательство будет не столь силовым, менее масштабным и поэтому обойдется дешевле.

***Большая свобода
рынка
предусматривает
большую
ответственность.
Гро Харлем
Брунтландт***

Однако у самоконтроля есть свои недостатки. Он может привести к образованию картелей и развитию протекционизма. Его преимущества могут быть сведены на нет безответственными компаниями, пользующимися нечестными способами, для получения преимущества в конкурентной борьбе. С этой проблемой можно бороться, используя законы рынка. Игнорирование такими компаниями экологических аспектов деятельности обернется для них нежелательными последствиями, так как экологичное производство, принятое фирмами, осуществляющими самоконтроль, является наиболее оптимальным. Есть другой путь, когда экологичные производства и торговые объединения промышленных предприятий могут оказать давление на нарушителей или обратиться к правительству с просьбой законодательно ввести нормы, основанные на принципах самоконтроля экологичных компаний или объединений.

Тем не менее, самоконтроль становится основным механизмом реформирования, обеспечивающим решение задач, связанных с устойчивым

развитием. Промышленные объединения могут играть конструктивную роль в установлении более жестких стандартов, которые приведут к усилению конкуренции. Так, например, новые стандарты, введенные в алюминиевой промышленности, уже способствуют значительному снижению энергоемкости производства.

Маркировка продукции, содержащая энергетические затраты на ее производство, и классификация зданий и жилых помещений по уровню энергопотребления, также могут способствовать информированности потребителей. Государство со своей стороны может содействовать тому же, сделав обязательным предоставление понятной и доступной экологической информации.

Концепция экоэффективности

Снижение природоёмкости должно органически увязывать два процесса в экономических отношениях:

- а) сокращение или определенную стабилизацию потребления природных ресурсов;
- б) рост макроэкономических показателей (выпуска продукции) в результате совершенствования технологий, внедрения малоотходного и ресурсосберегающего производства, использования вторичных ресурсов и отходов.

В элементарном понимании **экоэффективность** (этот термин - производная от слов экономическая эффективность и экологическая эффективность) состоит в том, чтобы получить максимум из минимума. Ее цель заключается в создании экономических ценностей при снижении экологического воздействия и потребления природных ресурсов. Экоэффективность, по сути, является управленческим подходом, позволяющим компаниям улучшить свои экологические показатели при одновременном удовлетворении требований рынка.

В элементарном понимании экоэффективность состоит в том, чтобы получить максимум из минимума.

На заседаниях исследовательских групп ВСПУР выработано семь основных направлений экоэффективности:

- снижение материалоемкости товаров и услуг;
- снижение энергоемкости товаров и услуг;
- сокращение выбросов токсичных веществ;
- повышение степени утилизации и повторного использования материалов;
- максимизация устойчивого использования возобновляемых ресурсов;
- повышение долговечности продукции;

- повышение обслуживаемости и эксплуатационной пригодности продукции.

В практической деятельности в области экоэффективности целый ряд компаний-членов ВСПУР - располагают уже накопленным опытом работы. Следует выделить три весьма характерных этапа экоэффективной деятельности.

На первом этапе проводятся мероприятия по устранению последствий прежнего экологического ущерба, и в конце технологических цепочек существующих заводов вводятся очистные сооружения для снижения выбросов и сбросов вредных веществ.

Второй этап заключался в разработке и введении так называемых "чистых технологий", иными словами, на новых заводах осуществлялся комплекс мер, чтобы, прежде всего, предотвратить возникновение проблем загрязнения. Одновременно с этим, особое внимание уделяется производительности и качеству труда.

На третьем этапе проводится внедрение всего опыта и знаний в плане увеличения жизненного цикла получаемой продукции.

Работа по всем трем этапам продолжается по мере накопления новых знаний, получения новой информации и необходимости решать новые сложные задачи.

Экоэффективность как основной фактор, концепции устойчивого развития должен служить критерием, с помощью которого компании будут способны достичь высокого качества продукции, сократив использование природных ресурсов в технологическом цикле.

Особо следует отметить роль бизнеса в изменяющемся мире. Бизнес может возглавить движение к устойчивому производству и потреблению за счет понимания насущных нужд потребителей и того, как их удовлетворить с помощью экоэффективных товаров и услуг. Бизнес должен обеспечить создание технологий, необходимых для устойчивого развития и распространить их по всему миру, используя маркетинговые средства для пропаганды идей устойчивого потребления и информирования об экоэффективных продуктах и процессах.

Понятие экологического менеджмента

Менеджмент – это область знаний и профессиональной деятельности, направленная на формирование и обеспечение целей организации путем рационального использования имеющихся ресурсов [2].

Менеджмент рассматривают в трех плоскостях:

1. Как науку и искусство управления.
2. Как вид деятельности и процесс принятия управленческих решений.
3. Как аппарат управления деятельностью организации.

Объектом менеджмента является организация, как сознательно координированное для достижения общей цели сообщество людей.

Следует различать понятия экологического управления и экологического менеджмента.

Экологическое управление - деятельность государственных органов и экономических субъектов, главным образом, направленная на соблюдение обязательных требований природоохранительного законодательства, а также на разработку и реализацию соответствующих целей, проектов и программ.

Экологический менеджмент - инициативная и результативная деятельность экономических субъектов, направленная на достижение их собственных экологических целей, проектов и программ, разработанных на основе принципов экоэффективности и экосправедливости.

Детальный анализ отличий этих двух понятий приведен в табл. 5.1.

Таблица 5.1	
РАЗЛИЧИЯ В ПОНЯТИЯХ	
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ	ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ
Осуществляется органами государственной власти и экономическими субъектами.	Осуществляется исключительно экономическими субъектами.
Внешне мотивированная деятельность, определяемая требованиями природоохранительного законодательства.	Внутренне мотивированная деятельность, определяемая, в первую очередь, принципами экоэффективности и экосправедливости.
Обязательная в своей основе деятельность.	Деятельность инициативная и добровольная в своей основе.
Деятельность, осуществляемая в рамках должностных обязанностей и инструкций.	Деятельность, зависящая от личной заинтересованности менеджера в конечных результатах и определяемая его квалификацией, опытом и искусством.
Преобладание процесса управления над результатом. Игнорирование отрицательных результатов.	Преобладание результатов менеджмента над процессами их достижения. Активное использование отрицательных результатов.
Изначальная формализованность, консервативность и ограниченность.	Изначальная активность, необходимость поиска новых возможностей и путей, творческие аспекты.
Относительная легкость имитации и фальсификации эффективной деятельности.	Практическая невозможность имитации и фальсификации эффективной деятельности.

Мотивация внедрения системы экологического менеджмента на предприятии

Организация, чья система управления включает подсистему экологического менеджмента как составную часть, имеет возможность сбалансирования и объединения экономических и экологических интересов.

Потенциальные выгоды, ассоциируемые с эффективной системой экологического менеджмента, включают:

1. Получение существенных прямых экономических эффектов, связанных с предотвращением воздействия на окружающую среду и экологическим менеджментом, в том числе:

- экономия и сбережение сырья, материалов, энергетических ресурсов;
- повышение качества продукции;
- снижение экологических платежей и штрафных санкций;
- улучшение состояния рабочих мест, производственных площадок, снижение экологических рисков для персонала и повышение производительности труда;
- гарантия соответствия меняющимся требованиям природоохранительного законодательства, а, следовательно, минимизируется риск привлечения к судебной ответственности;
- уменьшение количества и масштаба аварий (нештатных ситуаций) и затрат на ликвидацию их экологических последствий и т.п.

Организация, внедрившая систему экологического менеджмента, может достичь важных преимуществ в конкуренции.

2. Потенциальные экономические преимущества и возможности:

- улучшение системы управления предприятием, облегчение решения проблем, достижение большей ответственности, чёткое распределение обязанностей, системный подход;
- привлечение внимания инвесторов, органов государственного экологического управления, общественности;
- повышение конкурентоспособности, производимой продукции и услуг;
- повышение эффективности маркетинга и рекламы;
- взаимовыгодное развитие отношений с деловыми партнерами за рубежом;
- расширение рынков сбыта экологически чистой продукции;
- привлечение высококвалифицированных кадров.

3. Дополнительные экономические преимущества и возможности, в том числе:

- создание благоприятного имиджа предприятия, основанного на экологической ответственности и экологической состоятельности;
- повышение внимания инвесторов; появление оснований для получения преимуществ и льгот при инвестициях;

- дополнительные возможности для воздействия на потребителей и повышения конкурентоспособности, производимой продукции и услуг;
- привлечение внимания международных экологических организаций и международной общественности к предприятию; членство в международных экологических союзах предпринимателей, а также других ассоциациях и организациях, сотрудничество с которыми укрепило бы позиции предприятия;
- использование преимуществ территориального и национального экологического лидерства;
- создание и использование кредита доверия в отношениях с инвесторами, акционерами, органами местной власти и государственного экологического контроля, населением, экологической общественностью;

Современные требования к системе экологического менеджмента

Различные организации становятся всё более заинтересованными в том, чтобы добиться высокого уровня экоэффективности и продемонстрировать его всем заинтересованным сторонам. В рамках поддержки этого желания международной организацией по стандартизации (ISO) введена группа стандартов серии ISO 14000. Требования к системе экологического менеджмента содержит стандарт ISO 14001*, разработанный таким образом, чтобы его можно было применить к организациям всех типов и размеров с учётом различных географических, культурных и социальных условий.

Данный стандарт содержит только те требования, которые могут быть подвергнуты объективной аудиторской проверке в целях сертификации, регистрации и/или самостоятельного заявления.

Следует отметить, что данный стандарт не устанавливает абсолютных требований к экологической эффективности предприятия. Так, например, две организации, занимающиеся аналогичной деятельностью, но показывающие различную экоэффективность, могут обе соответствовать требованиям этого стандарта.

Схема модели экологического менеджмента согласно ISO 14001 представлена на рис. 5.1.

В стандарте ISO 14001 устанавливаются требования не к степени воздействия организации на окружающую среду, а к её способности управлять своей природоохранной деятельностью.

* Российский эквивалент – ГОСТ Р ИСО 14001-98.

Система экологического менеджмента предусматривает структурированный процесс для достижения постоянного улучшения; скорость и размах этого процесса должны определяться организацией с учётом экономических и других обстоятельств. Несмотря на то, что в результате внедрения системы экологического менеджмента можно ожидать повышения экоэффективности, следует понять, что система экологического менеджмента является всего лишь средством, дающим организации возможность достичь того уровня экоэффективности, который она сама себе установила. Создание и введение в действие системы экологического менеджмента само по себе необязательно приведёт к немедленному уменьшению отрицательного воздействия на окружающую среду (ОС).

В стандарте перечислены следующие требования к системе экологического менеджмента:

Экологическая политика

Высшее руководство должно определить экологическую политику организации и обеспечить, чтобы эта политика:

- соответствовала характеру и масштабу воздействия на ОС деятельности организации, продукции или услуг;
- включала обязательство в отношении постоянного улучшения ОС и предотвращения её загрязнения;
- включала обязательство в отношении соответствия природоохранному законодательству и регламентам (подробнее см. [3]);
- предусматривала основу для установления целевых и плановых* экологических показателей, а также их анализа;
- документально оформилось и доводилось до сведения служащих.
- была доступна для общественности.

Планирование

Процесс планирования природоохранной деятельности должен включать следующие этапы:

- идентификацию экологических аспектов деятельности организации, продуктов и услуг с целью определения их приоритетности;
- идентификацию требований законодательных актов и регламентов;

* **Целевой** экологический показатель – это показатель качества ОС, по возможности выражаемый количественно.

Плановый экологический показатель – детализированное требование в отношении экоэффективности предприятия, по возможности выраженное количественно (выбросы, сбросы, отходы и т.д.).

- установление целевых и плановых экологических показателей, согласованных с экологической политикой организации и учитывающих точку зрения заинтересованных сторон;
- разработку программ достижения своих целевых и плановых экологических показателей, включающих распределение ответственности и указаний средств и сроков достижения.

Внедрение и функционирование

Для обеспечения эффективного функционирования системы экологического менеджмента необходимо:

- распределить обязанности, ответственность и полномочия с их обязательным документальным оформлением и доведением до сведения исполнителей;
- предоставить необходимые людские, финансовые, информационные и технологические ресурсы;
- назначить полномочного представителя высшего руководства, ответственного за соблюдение данного стандарта и предоставление отчётов о функционировании системы;
- определить потребности в обучении персонала, установить критерии его компетентности и осведомленности в области природоохранной деятельности.
- организовать систему внутренней связи между подразделениями организации, а также установить процедуры обмена информацией с внешними заинтересованными сторонами;
- разработать структуру и процедуры управления документацией системы экологического менеджмента, обеспечивающие надёжное хранение, лёгкий доступ и актуализацию;
- установить процедуры идентификации возможности возникновения аварий и чрезвычайных ситуаций, разработать планы их предотвращения, реагирования на них и смягчения их последствий.

Измерение и оценка

Измерение, контроль и оценка являются ключевыми видами деятельности в системе экологического менеджмента, которые гарантируют, что организация действует согласно установленной программе. Система оценки включает в себя:

- организацию мониторинга и измерения характеристик тех видов деятельности, продукции или услуг, которые оказывают существенное воздействие на окружающую среду;
- поддержание аппаратуры контроля в рабочем состоянии (включая процедуры технического обслуживания и поверки);
- оценку соответствия необходимым законам и регламентам;

- распределение обязанностей должностных лиц по выявлению несоответствий, определение их ответственности и полномочий, а также порядка инициирования корректирующих действий;
- регистрацию, накопление, хранение и обработку данных, касающихся природоохранной деятельности организации, продукции или услуг;
- разработку программ и проведение периодического аудита системы экологического менеджмента.

Анализ и улучшение

Высшее руководство организации должно периодически анализировать эффективность системы экологического менеджмента с тем, чтобы обеспечить постоянное улучшение характеристик экоэффективности организации. Анализ должен документально оформляться.

Аудит системы экологического менеджмента

Необходимость периодического проведения экологического аудита определяется следующими факторами:

- 1) изменение номенклатуры и объемов производственной продукции;
- 2) изменение технологии;
- 3) изменение общественного мнения;
- 4) изменение законодательства;
- 5) изменение нормативов качества ОС.

В соответствии с требованием стандарта ISO 14011* любая программа экоаудита включает в себя ряд этапов:

- 1) Подготовительный.
- 2) Планирование программы аудита.
- 3) Основной.
- 4) Заключительный.
- 5) Этап использования материалов аудита.

Первый этап включает в себя:

- определение целей и задач, бюджета и сроков.
- заключение юридического договора с заказчиком аудита.
- формирование рабочей группы аудиторов.

На втором этапе производится:

- предварительный сбор и обобщение исходных данных по предприятию;
- анализ исходных данных и определение объектов аудита;
- формирование программы аудита.

Третий, основной, этап проводится на объекте аудирования и включает 3 стадии:

1 стадия включает:

* Российский эквивалент – ГОСТ Р ИСО 14011-98.

- определение маршрутов и проведение обзорных туров по предприятию (в маршрут обзорного тура включается обход предприятия по периметру, посещение экологических служб, оценка рабочих мест, посещение очистных сооружений, объектов основного производства по приоритетам);
- разработку аудиторских ситуационных планов.

2 стадия заключается в ознакомлении с рабочей документацией и интервьюировании рабочего персонала.

3 стадия – уточнение и дополнение исходных данных по результатам инспекции, анализ и оценка полученных данных.

4-ый этап посвящён:

во-первых, выявлению расхождений, противоречий и ошибок в документации.

Выявляются [4]:

- расхождения и противоречия в характеристиках объектов, приводимых в различных документах;
- несоответствие в динамике изменений характеристик объектов в течение нескольких лет.
- противоречие между потреблением материалов и реагентов, содержащих вредные вещества и образованием отходов, включающие эти вещества («несходимость» материального баланса);
- отсутствие данных по неорганизованным и аварийным воздействиям на ОС;
- противоречие между официально заявленным выполнением планов по охране ОС и динамикой изменения характеристик воздействия на ОС;
- ошибки в использовании ПДК и других критериев качества ОС;
- несоответствие между заявленной эффективностью систем очистки и расходами реагентов и удалением отходов очистки;
- несоответствие расположения точек мониторинга;
- отсутствие необходимых характеристик отходов (состав, влажность, плотность и т.д.)

В случае необходимости, на данном этапе привлекаются дополнительные специалисты для консультации по конкретным вопросам.

Во-вторых, разработке конкретных рекомендаций и предложений по результатам аудита.

В-третьих, подготовке аудиторского заключения.

Аудиторское заключение – документ, имеющий юридическую силу. Должен состоять из 3 частей – вводной, аналитической, итоговой.

Во вводной части указываются все необходимые реквизиты сторон.

В аналитической – указываются наименования аудируемых объектов, основания для проведения аудита, цели аудита, степень полноты и

достоверности отчетных документов, выявленные нарушения по делам, которые привели к нанесению ущерба интересам собственника, государства и 3-х лиц, предложения по разработке мер снижения негативных последствий.

В итоговой части приводятся краткие выводы по всему аудиту.

5 этап включает в себя авторский надзор и консультирование предприятия со стороны аудитора. Предполагается участие членов группы в разработке конкретных проектов на основе материала аудирования, участие в ОВОС, организации повторных аудитов, развитии общего аудита и специального образования.

Контрольные вопросы

1. В чём заключаются основные противоречия между бизнесом и экологией?
2. Перечислите основные концепции экологизации бизнеса.
3. В чём заключается концепция экоэффективности?
4. Что такое экологический менеджмент?
5. Каковы выгоды от внедрения системы экологического менеджмента?
6. Каковы требования к системе экоманеджмента стандарта ISO 14001?
7. Что такое экологический аудит?

Литература

-
- 1 Шмидхейни С., Зораквин Ф. Финансирование перемен./ Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Ноосфера", 1998. - 198 с.
 - 2 Общий менеджмент. Дайджест учебного курса./ Под ред. А.К.Казанцева. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 252 с.
 - 3 Г.П.Серов Экологический аудит. Учебно-практическое пособие. – М.: «Экзамен», 1999. – 448 с.
 - 4 Макаров С.В., Шагарова Л.Б. Под ред. проф. А.Ф.Порядина Экологическое аудирование промышленных производств. – М.: НУМЦ Госкомэкологии России, 1997. – 144с.

МОДУЛЬ 6. Использование вычислительной техники

Обзор российского программного обеспечения в области промышленной экологии

Необходимость использования современной вычислительной техники при решении природоохранных задач обусловлена большой трудоёмкостью и сложностью многочисленных вычислений, большими объёмами обрабатываемой информации, специфическими требованиями к представлению результатов и другими факторами.

Любое программное обеспечение, нацеленное на проведение нормативных расчётов, должно быть согласовано соответствующими государственными уполномоченными органами, а сама деятельность по разработке такого программного обеспечения лицензируется.

В России наиболее известными разработчиками программного обеспечения для инженеров-экологов, являются фирмы «Интеграл» (Санкт-Петербург), «Логус» (Красногорск Московской области), «Гарант» и «Сапфир» (Москва) и некоторые другие. Первые две фирмы наиболее широко известны, их программное обеспечение хорошо себя зарекомендовало и охватывает практически все области деятельности инженера-эколога.

Возможности такого программного обеспечения можно продемонстрировать на примере программного комплекса «Кедр» фирмы «Логус».

Программный комплекс «Кедр» - комплексный инструмент для экологического менеджера

Программный комплекс «Кедр» предназначен для автоматизации наиболее трудоемких и часто повторяющихся видов работ экологических, производственных и экономических служб предприятий, проводимых ими в соответствии с действующим законодательством в области природоохранной деятельности.

В рамках единой информационной системы, включающей полное описание экологического воздействия предприятия на окружающую среду, обеспечивается:

- создание и ведение банков данных инвентаризации источников загрязнения атмосферы, водных объектов, отходов производства и потребления, собственных объектов размещения отходов по структурным подразделениям предприятия;
- автоматизированная пересылка данных инвентаризации от подразделений предприятия в единый банк данных (формирование исходных данных для разработки Проектов томов ПДВ/ПДС, ППРО предприятия);

- ведение учета и контроля запланированных и выполненных природоохранных мероприятий;
- контроль обращения с отходами на предприятии в соответствии с «Временными правилами охраны окружающей среды от отходов производства и потребления»;
- подготовка, ведение и оформление госстатотчетности по формам 2-ТП (воздух/водхоз/токсичные отходы) на основе данных инвентаризации;
- составление сводных отчетов и справок по охране окружающей среды на предприятии;
- разработка и оформление проектов разрешений (в том числе, временных) на выбросы ЗВ в атмосферу/ сбросы ЗВ со сточными водами/ размещение отходов производства и потребления для дальнейшего предоставления в природоохранные органы; ведение учета и архива согласованных разрешений;
- расчет платежей за выбросы, сбросы, размещение отходов;
- ведение учета внесения платы за загрязнение ОПС в Федеральный бюджет и территориальный экологический фонд, с расчетом пени за

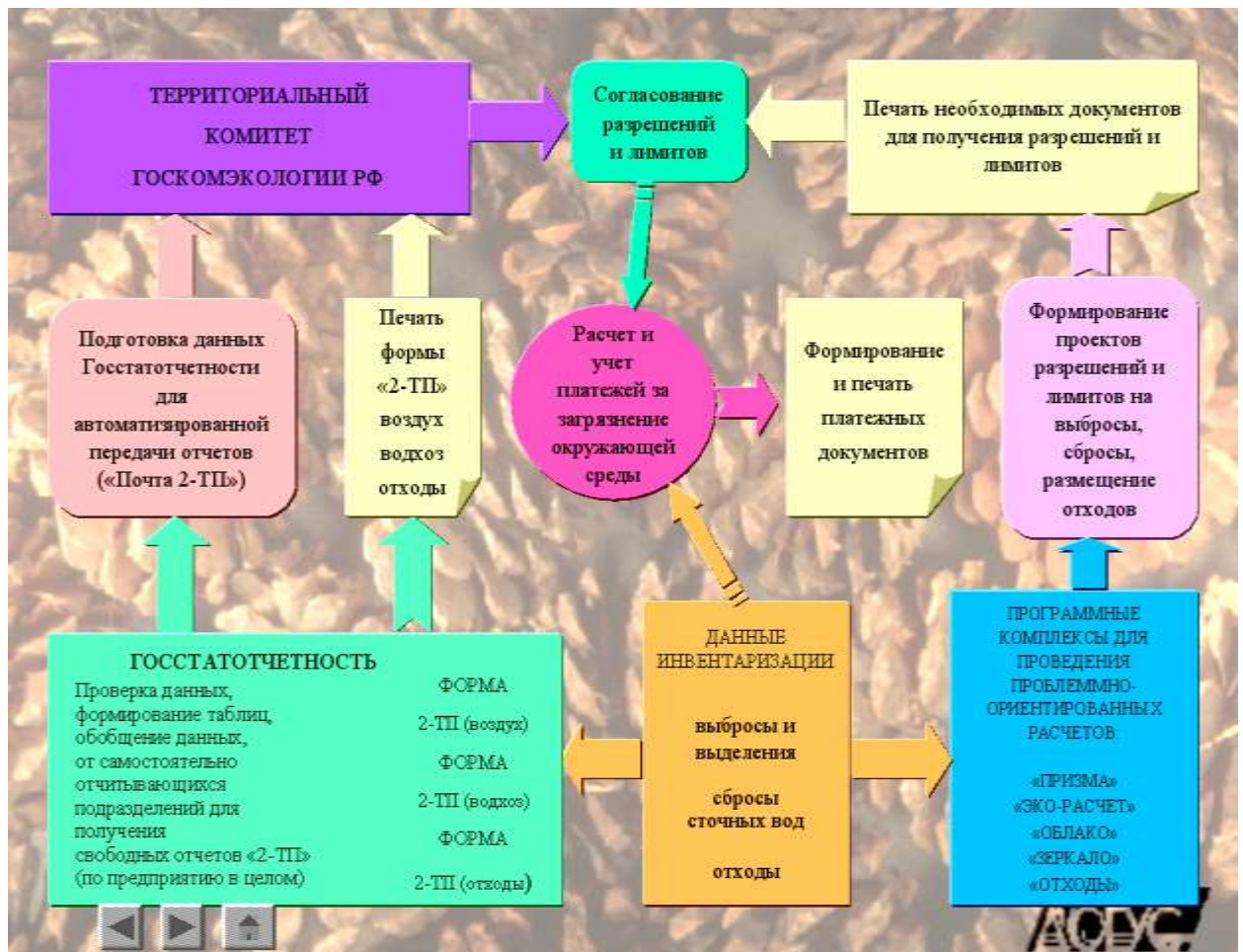


Рис. 6.1. Структура программного комплекса «Кедр»

несвоевременное перечисление, обобщение сведений о суммах начисленных и перечисленных платежей за любой период времени;

- автоматизированный обмен данными и обобщение экологической информации по всем структурным подразделениям - филиалам, территориальным объединениям, промплощадкам.

“Кедр” служит информационной основой для поддержки принятия управленческих, технических, технологических или проектных решений по вопросам природопользования и охраны ОПС, и его использование может дать хорошие результаты при проведении комплексной оценки экологической ситуации на предприятии. На базе “Кедра” могут быть созданы автоматизированные рабочие места в соответствии с потребностями и уровнем компетенции пользователей – от специалистов производственных или экономических отделов до руководителей экологических служб предприятий.

Предприятие может достаточно быстро вернуть затраты на приобретение и освоение программного комплекса “Кедр”. Это может быть экономия от сокращения затрат на разработку нормативов ПДВ, ПДС, лимитов размещения отходов и другой природоохранной документации, а также от предотвращения выплаты исковых платежей и избежания начисления пени за несвоевременное перечисление платы за загрязнение ОПС.

Модульный принцип построения позволяет оперативно производить настройку “Кедра” и учитывать специфику реальных условий его работы. Пользователю предоставляется возможность выбора конфигурации системы и комплекта поставки с соответствующим функциональным набором. Мы проводим настройку “Кедра” под используемый на предприятии порядок взаимодействия природоохранных служб, обработку информации в требуемом разрезе и оформление результатов работы в желаемом виде.

В системе могут использоваться различные варианты защиты от несанкционированного доступа к функциям и данным, специальные средства разграничения прав пользователей. Например, можно организовать доступ к данным лишь тех модулей системы, которые относятся к компетенции пользователя и за информацию в которых он отвечает. Это, во-первых, существенно уменьшает вероятность случайных ошибок, а во-вторых, позволяет эффективно организовать защиту данных.

Система поддерживает работу со сложными структурами БД, обладает достаточно высоким быстродействием и обеспечивает обработку и хранение больших объемов экологической информации, характерных для крупных предприятий. При этом учитывается и тот факт, что основная часть данных должна сохраняться на протяжении нескольких лет - например, данные инвентаризации, согласованные разрешения и лимиты, отчеты по формам 2-ТП, сведения о перечисленных платежах и т.д. В “Кедре” предусмотрено существование как текущих баз данных, отражающих настоящее положение, так и архивных баз данных, содержащих информацию за предыдущие года.

Возможность практически неограниченного наращивания объемов баз данных позволяет отслеживать “историю жизни” и реальную динамику информации по природоохранной деятельности предприятия за любой период времени. Здесь же можно получить и проектные, перспективные базы данных, например, данные о снижении платежей за загрязнение природной среды после выполнения тех или иных мероприятий по охране ОС.

В состав “Кедра” включен огромный справочный материал. Многие из этих справочников могут вызывать самостоятельный интерес у пользователей - например, электронные справочники, содержащие полную и достоверную информацию о загрязняющих веществах в атмосфере, воде, справочник токсичных компонентов отходов или каталог-классификатор отходов. Справочники открыты для самостоятельного дополнения и редактирования данных. Система позволяет осуществлять быстрый и целенаправленный поиск необходимой информации по различным критериям.

Проведение расчетной инвентаризации выбросов ЗВ в атмосферу с использованием модуля «ЭКО-Расчет»

Программный комплекс МОДУЛЬНЫЙ ЭКОРАСЧЕТ (далее в тексте - "программный комплекс") предназначен для решения задач по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух различными источниками загрязнения.

Программный комплекс может применяться при проведении инвентаризации и нормирования выбросов загрязняющих веществ, разработке проектов нормативов предельно допустимых выбросов (ПДВ), составлении экологических паспортов, определении уровня воздействия отдельных источников выбросов на состояние воздушной среды, прогнозировании величины выбросов на перспективу.

Состав выбросов загрязняющих веществ от различных источников загрязнения зависит от используемых технологических процессов и режимов работы применяемого оборудования.

Алгоритмы расчетов, заложенные в программном комплексе, основаны на действующих утвержденных нормативных документах.

Программный комплекс МОДУЛЬНЫЙ ЭКОРАСЧЕТ представляет собой набор модулей для расчета валовых и максимально-разовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от различных производств, оборудования, технологических процессов и операций.

Каждый модуль комплекса полностью самостоятелен и может использоваться как автономно, так и во взаимодействии с остальными.

Программный комплекс может состоять из следующих расчетных модулей:

- модуль расчета выбросов ЗВ от стоянки автотранспорта;
- модуль расчета выбросов ЗВ при техническом обслуживании и ремонте автотранспорта;

- модуль расчета выбросов ЗВ при мойке автотранспорта;
- модуль расчета выбросов ЗВ от постов контроля токсичности отработавших газов;
- модуль расчета выбросов ЗВ от АЗС;
- модуль расчета выбросов ЗВ при обкатке двигателей автотранспорта после ремонта;
- модуль расчета выбросов ЗВ при испытаниях и ремонте топливной аппаратуры автотранспорта;
- модуль расчета выбросов ЗВ при механической обработке материалов;
- модуль расчета выбросов ЗВ при механической обработке древесины;
- модуль расчета выбросов ЗВ при сварке и резке металлов;
- модуль расчета выбросов ЗВ при нанесении лакокрасочных материалов;
- модуль расчета выбросов ЗВ при кузнечно-прессовых и термических операциях;
- модуль расчета выбросов ЗВ при медницких работах (пайка и лужение);
- модуль расчета выбросов ЗВ при химической и электрохимической обработке металлов;
- модуль расчета выбросов ЗВ при изготовлении изделий из полимерных материалов;
- модуль расчета выбросов ЗВ при изготовлении резино-технических изделий;
- модуль расчета выбросов ЗВ при шиноремонтных работах;
- модуль расчета выбросов ЗВ от аккумуляторного участка;
- модуль расчета выбросов ЗВ при мойке и очистке деталей, узлов и агрегатов;
- модуль расчета выбросов ЗВ при хранении нефтепродуктов в резервуарах;
- модуль расчета выбросов ЗВ при горении нефтепродуктов;
- модуль расчета выбросов ЗВ от животноводческих комплексов и звероферм;
- модуль расчета выбросов ЗВ при сжигании топлива в трубчатых печах;
- модуль расчета выбросов ЗВ при сжигании попутного нефтяного газа на факельных установках;
- модуль расчета выбросов ЗВ от термических цехов;
- модуль расчета выбросов ЗВ от стационарных дизельных установок;
- модуль расчета выбросов ЗВ от железнодорожных транспортных средств;

- модуль расчета выбросов ЗВ от котельных;
- модуль расчета выбросов ЗВ от автотранспорта на улично-дорожной сети городов и вне населенных пунктов;
- модуль расчета выбросов ЗВ от неорганизованных источников в промышленности строительных материалов.

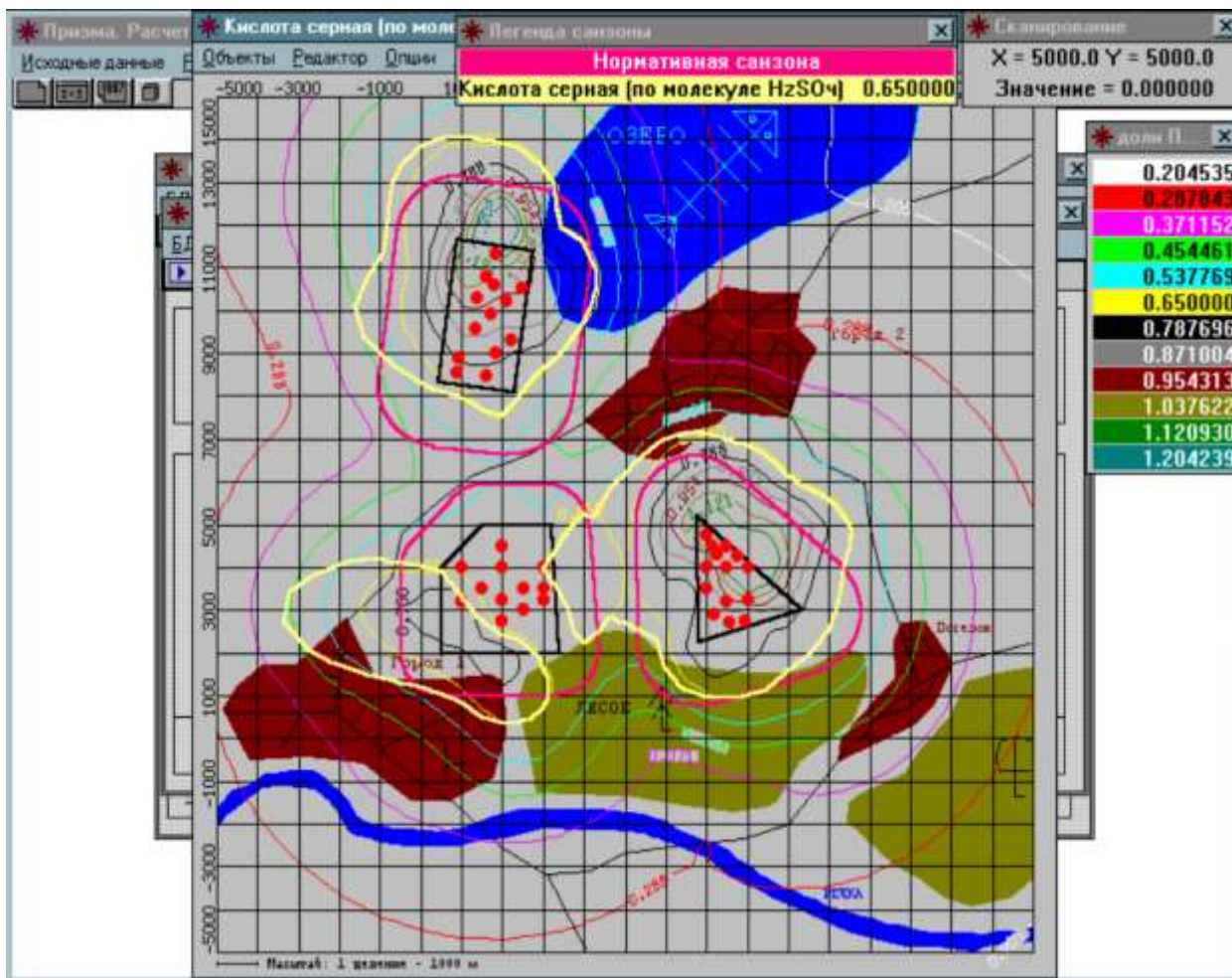


Рис. 6.2. Пример расчёта поля приземной концентрации загрязнителя

Подготовка документации для получения разрешения на выброс ЗВ в атмосферу с использованием модуля «Призма»

Унифицированная программа для расчета загрязнения атмосферы (УПРЗА) "ПРИЗМА" (далее в тексте - просто "программа") разработана на основе "Методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий" (ОНД-86).

Основная задача, стоявшая перед разработчиками программного комплекса "ПРИЗМА" - существенно облегчить работу проектировщиков на уровне города и предприятия за счет сокращения рутинной работы, связанной с достаточно большими объемами поисков оптимальных решений при разработке комплексов воздухоохраных мероприятий в соответствии с

действующей в настоящее время технологической последовательностью выполнения этих работ.

С 01.06.95 в программу встроен блок "НОРМА" для автоматизированного расчета нормативов выбросов, разработанный на основе "Методики расчета нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для групп источников загрязнения (МРН-87* (Редакция 1995г.))", рекомендованной для определения нормативов допустимых выбросов указанием Госкомгидромета СССР (исх. от 31.03.88 N 250-50/У) и для широкого использования при проектировании объектов промышленного назначения Управлением государственной экспертизы проектов и смет Госстроя СССР (исх. от 15.06.88г. N 7/6-54).

С 01.09.96 в программу встроен блок "САНЗОНА" для расчета и построения санитарно-защитной зоны (СЗЗ) предприятия(-ий), разработанный на основе "Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий СН 245-71", "Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов СанПиН 2.2.1/2.1.1.567-96" и ОНД-86, с выводом результатов на карты-схемы.

В 1997 г. разработана методика автоматизированного построения расчетной(ых) СЗЗ в границах, соответствующих границам нормативной(ых) СЗЗ, с помощью программного комплекса "ПРИЗМА".

В 1998 г. разработана методика по выработке планов мероприятий по регулированию выбросов предприятий при неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ) в соответствии с руководящим документом "РД 52.04.52-85. Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях. Методические указания".

Пример расчёта с использованием ПК «Призма» показан на рис. 6.2.

Подготовка документации для получения разрешения на сброс ЗВ в водные объекты с использованием модуля «Зеркало+»

Программа ЗЕРКАЛО++ предназначена для оценки количественных характеристик показателей химического состава воды водотоков ниже проектируемых или действующих выпусков сточных вод, а также для расчета предельно допустимых сбросов (ПДС) и лимитов временно согласованных сбросов (ВСС) вредных веществ, поступающих со сточными водами.

Программа предназначена для сетевых подразделений по гидрометеорологии и контролю природной среды, проектных организаций и других заинтересованных лиц.

Возможности при работе программы:

- выполнение расчета разбавления для проточных водоемов проводится в соответствии с методическими указаниями В.А.Фролова - И.Д.Родзиллера, для замкнутых - А.М.Руффеля, обобщенного - А.В.Караушева;

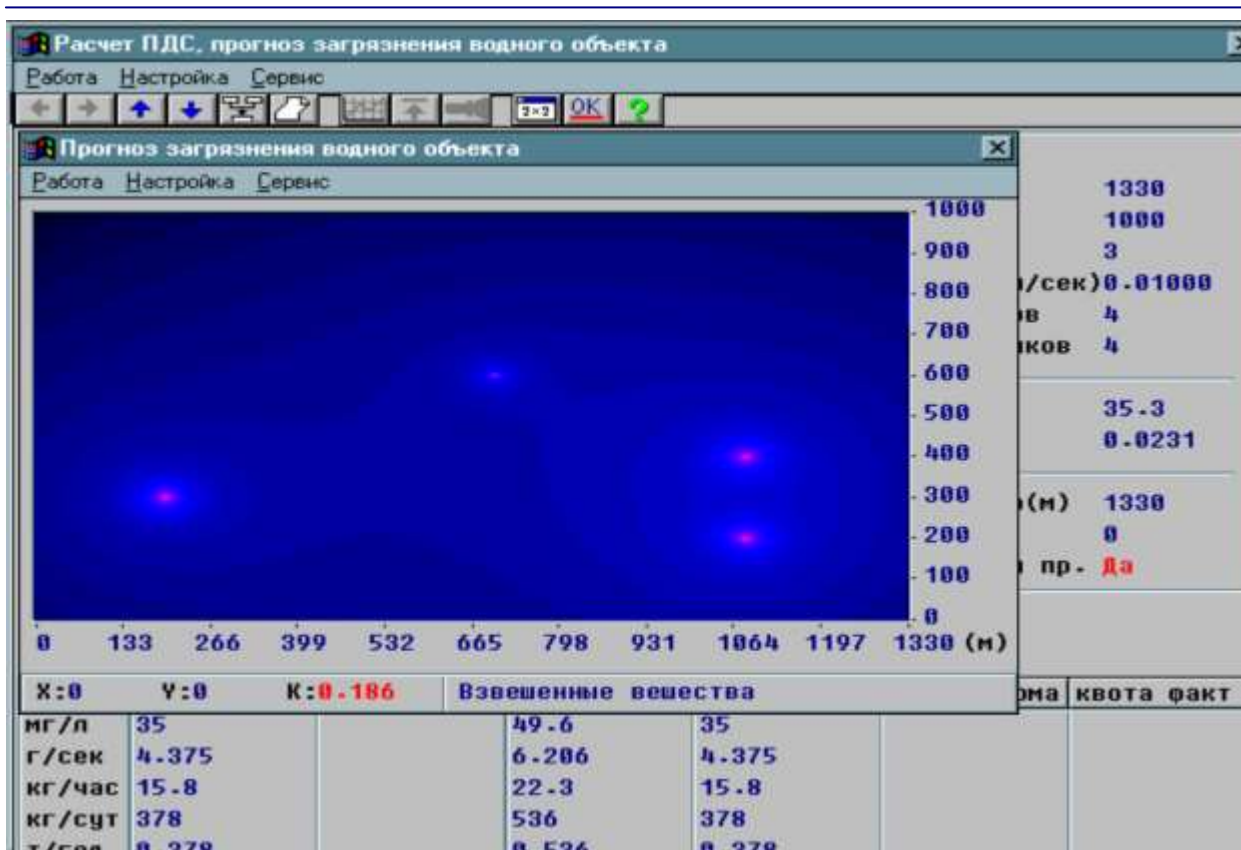


Рис. 6.3. Пример расчёта разбавления сточных вод в проточном водоёме

- расчет ПДС (как нормативного, так и с перераспределением квот);
- расчет перспективы изменения сбросов в соответствии с планом водоохранных мероприятий водопользователей и директивным перераспределением квот сбросов;
- расчет объема поверхностных вод и массы сброса ЗВ;
- формирование Декларации 1 и Декларации 2 для поверхностных сточных вод;
- формирование стандартных выходных форм: стандартный бланк ПДС в соответствии с приложением 1.2 методики; укороченный бланк ПДС без факта;
- отображение хранимой и расчетной информации на экране и печать;
- ведение баз данных справочной информации и исходных данных для расчета.

Пример расчёта с использованием ПК «Зеркало++» показан на рис. 6.3.

Контрольные вопросы

1. Каковы требования к программному обеспечению в области экологии?
2. Каковы возможности программного комплекса «Кедр»?
3. Каковы возможности программного комплекса «Призма»?
4. Каковы возможности программного комплекса «Зеркало++»?

Предметный указатель

<i>абиотические факторы</i>	21	<i>миграционный водный показатель</i>	
<i>абсорбция</i>	86	<i>вредности</i>	101
<i>адсорбция</i>	87	<i>миграционный воздушный показатель</i>	
<i>азотфиксация</i>	24	<i>вредности</i>	101
<i>биогенез</i>	9	<i>монооксид углерода (СО)</i>	59
<i>биогенное вещество</i>	13	<i>мутации</i>	30
<i>биогены</i>	18	<i>мутуализм</i>	20
<i>биокожное вещество</i>	13	<i>неблагоприятные метеорологические</i>	
<i>биологический мониторинг</i>	45	<i>условия</i>	79
<i>биом</i>	17	<i>нейтрализация сточных вод</i>	99
<i>биомасса</i>	20	<i>ноогенез</i>	9
<i>биосфера</i>	13	<i>ноосфера</i>	9
<i>биота</i>	17	<i>общесанитарный показатель вредности</i>	
<i>биотический потенциал</i>	27	102
<i>биохимическая очистка</i>	88	<i>озонирование</i>	100
<i>вещество в радиоактивном распаде</i>	13	<i>оксиды азота</i>	61
<i>вещество космического происхождения</i>		<i>органолептическое воздействие</i>	
.....	13	<i>загрязнителя</i>	75
<i>вещество рассеяных атомов</i>	13	<i>ориентировочно безопасный уровень</i>	
<i>вид</i>	17	<i>воздействия (ОБУВ)</i>	78
<i>вихревой уловитель</i>	81	<i>отстаивание</i>	96, 97
<i>внешние издержки</i>	71	<i>пищевая сеть</i>	19
<i>внутренние издержки</i>	71	<i>пищевая цепь</i>	19
<i>Водопользование</i>	89	<i>пороговый уровень</i>	75
<i>Водопотребление</i>	89	<i>предельно допустимая концентрация</i>	
<i>генотип</i>	30	<i>(ПДК)</i>	75
<i>генофонд</i>	30	<i>предельно допустимый выброс – ПДВ</i> ..	80
<i>геофизический мониторинг</i>	45	<i>продуценты</i>	17
<i>гиперфльтрация</i>	100	<i>процеживание</i>	96
<i>гомеостаз</i>	27	<i>прямое сжигание</i>	88
<i>давление жизни</i>	15	<i>редуценты</i>	17
<i>денитрификация</i>	61	<i>резорбтивное воздействие загрязнителя</i>	
<i>десорбция</i>	87	75
<i>детрит</i>	19	<i>ротационный пылеуловитель</i>	81
<i>детритофаги</i>	17	<i>сажа</i>	66
<i>живое вещество</i>	13	<i>санитарно-защитная зона</i>	80
<i>интернализация внешних издержек</i>	71	<i>СКОВИО</i>	105
<i>ионообменная очистка стоков</i>	100	<i>сопротивление среды</i>	27
<i>каталитическая нейтрализация</i>	88	<i>сорбция</i>	99
<i>клеточное дыхание</i>	19	<i>среднесуточная ПДК</i>	75
<i>климакс</i>	28	<i>сукцессия</i>	28
<i>конкуренция</i>	21	<i>твердые частицы</i>	66
<i>консументы</i>	17	<i>температурная инверсия</i>	78
<i>косное вещество</i>	13	<i>термическая нейтрализация</i>	87
<i>лимитирующий фактор</i>	22	<i>термическое окисление</i>	88
<i>максимальная разовая ПДК</i>	75	<i>транслокационный показатель</i>	
<i>менеджмент</i>	118	<i>вредности</i>	101
		<i>трофические уровни</i>	19

<i>углеводороды</i>	62	<i>экологический мониторинг</i>	42
<i>ударная ионизация газа</i>	84	<i>экологический паспорт</i>	107
<i>фильтрование</i>	97	<i>экологическое управление</i>	119
<i>фильтрование стоков</i>	98	<i>экология</i>	12
<i>флотация</i>	97	<i>экосистема</i>	17
<i>фотохимический смог</i>	57	<i>экоэффективность</i>	117
<i>циклон</i>	81	<i>экспозиция</i>	75
<i>экологическая налоговая реформа</i>	72	<i>экстракция</i>	99
<i>экологическая ниша</i>	22	<i>электрокоагуляция</i>	100
<i>экологический менеджмент</i>	119	<i>электрофильтр</i>	81

Содержание

Введение	6
МОДУЛЬ 1. Основы экологии и охраны окружающей среды.....	12
Структура экосистем и биосферы.....	13
Биотическая структура экосистем	17
Взаимоотношения организмов в экосистеме	19
Абиотические факторы	21
Общие принципы функционирования экосистем	23
Цикл углерода	23
Цикл фосфора	24
Цикл азота	24
Устойчивость экосистем	27
Изменение экосистем	28
Экологический кризис развития человечества	31
Устойчивое развитие – стратегия выживания человечества.....	35
Состояние окружающей природной среды в России.....	37
Контрольные вопросы.....	40
Литература.....	41
МОДУЛЬ 2. Мониторинг окружающей среды	42
Основные понятия	42
Система экомониторинга в России	45
Экомониторинг Московского региона	47
Контрольные вопросы.....	55
Литература.....	55
МОДУЛЬ 3. Экологические аспекты автомобильного транспорта.....	56
Экологические проблемы автомобилизации	56
Основные загрязнители воздуха, выбрасываемые автомобилями, и их влияние на человека и окружающую среду.....	58
Диоксид углерода	58
Монооксид углерода	59
Оксиды азота.....	61
Углеводороды	62
Диоксид серы	64
Пыль, аэрозоли и твёрдые частицы	65
На пути к экологически чистому автотранспорту.....	69
Контрольные вопросы.....	73
Литература.....	73
МОДУЛЬ 4. Промышленная экология	75
Защита атмосферного воздуха в промышленности	75
Нормирование качества воздуха	75
Борьба с загрязнением воздуха	80
Предупредительные методы.....	80
Очистка выбросов от пыли	81
Очистка выбросов от газо- и парообразных загрязнителей	86
Защита водных объектов в промышленности	89
Нормирование качества воды.....	89
Методы очистки сточных вод	94
Биологические методы очистки воды	94
Улавливание твердых частиц	96
Очистка сточных вод от маслопродуктов	97

Очистка сточных вод от растворимых примесей	98
Защита земельных ресурсов в промышленности	100
Нормирование качества почвы	101
Контроль над отходами.....	104
Энергосбережение	105
Экологический паспорт предприятия.....	106
Контрольные вопросы.....	107
Литература.....	108
МОДУЛЬ 5. Экологический менеджмент и аудит	109
Бизнес и окружающая среда – переоценка ценностей.....	109
Основные противоречия между бизнесом и экологией.....	109
Основные концепции экологизации бизнеса	111
Свободные рынки	111
Абсолютный учёт издержек	112
Принцип «загрязнитель – платит»	113
Отмена субсидий	113
Самоконтроль.....	114
Концепция экоэффективности	116
Понятие экологического менеджмента	117
Мотивация внедрения системы экологического менеджмента на предприятии	118
Современные требования к системе экологического менеджмента	120
Экологическая политика.....	121
Планирование.....	121
Внедрение и функционирование.....	122
Измерение и оценка.....	122
Анализ и улучшение.....	123
Аудит системы экологического менеджмента	123
Контрольные вопросы.....	125
Литература.....	125
МОДУЛЬ 6. Использование вычислительной техники	126
Обзор российского программного обеспечения в области промышленной экологии ...	126
Программный комплекс «Кедр» - комплексный инструмент для экологического менеджера.....	126
Проведение расчетной инвентаризации выбросов ЗВ в атмосферу с использованием модуля «ЭКО-Расчет»	129
Подготовка документации для получения разрешения на выброс ЗВ в атмосферу с использованием модуля «Призма»	131
Подготовка документации для получения разрешения на сброс ЗВ в водные объекты с использованием модуля «Зеркало+».....	132
Контрольные вопросы.....	133
Предметный указатель	134
Содержание	136