

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА» (СПбГУТ)

Кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности

**КУРС ЛЕКЦИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ПРИРОДООХРАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ»
Направление подготовки 05.04.06 Экология и природопользование
Разработчик: доцент, к.т.н. Манвелова Н.Е.**

**Санкт-Петербург
2018**

**ЛЕКЦИИ № 1-2 ВВЕДЕНИЕ.
ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ,
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
И ПРИРОДООХРАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

1.1. Система и слагаемые экологической безопасности

Государственная политика в сфере экологической безопасности направлена на ограничение опасной для населения и территорий хозяйственной и иной деятельности. В соответствии с «Концепцией национальной безопасности Российской Федерации» (1997) национальные интересы в экологической сфере определяются совокупностью основных экологических интересов личности, общества и государства. Основываясь на фундаментальном определении понятия «безопасность», введенного Законом «О безопасности» под «*национальной безопасностью Российской Федерации в экологической сфере*» понимается состояние защищенности:

1) окружающей природной среды (природных объектов) от угроз, возникающих при осуществлении антропогенной (техногенной) деятельности;

2) жизненно-важных интересов населения, общества и государства от угроз со стороны природных объектов, загрязненных вследствие осуществления антропогенной деятельности;

3) природных ресурсов.

Обеспечение национальной безопасности РФ в экологической сфере становится актуальным направлением деятельности государства и общества.

Федеральный закон «Об охране окружающей природной среды» (1991) дополняется законодательными актами, конкретизирующими его положения.

В 1992 году принимается «Порядок разработки и утверждения экологических нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, лимитов использования природных ресурсов, размещения отходов». В 1993 году принимается указ «Об образовании Межведомственной комиссии Совета безопасности РФ по экологической безопасности». В указе Президента РФ №236 от 4 февраля 1994 года «О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» экологическая безопасность определяется как важнейшая составляющая национальной безопасности наряду с экономической, социальной и военной. Она

включает правовые нормы не только природоохранного законодательства, но и законодательства защиты населения от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

С позиции вышеперечисленных документов проблема экологической безопасности должна решаться в единой, целостной системе национальных интересов и целей России, а применение правового, организационного и экономического механизмов ее обеспечения должно учитывать результаты деятельности по обеспечению рационального природопользования и эффективной охраны окружающей среды.

Экологическая безопасность – процесс обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы и государства от реальных и потенциальных угроз, создаваемых антропогенным или естественным воздействием на окружающую среду.

Под системой экологической безопасности понимается совокупность законодательных, технических, медицинских и биологических мероприятий, направленных на поддержание равновесия между биосферой и антропогенными, а также естественными внешними нагрузками.

Состояние защищенности от экологических угроз должно быть присуще различным объектам и субъектам, в целом составляющим население и национальное достояние.

Субъектами экологической безопасности являются индивидуум, общество, государство, биосфера.

К *объектам экологической безопасности* относятся жизненно важные интересы субъектов безопасности: права; материальные и духовные потребности личности; природные ресурсы и природная среда как материальная основа государственного и общественного развития.

Охраняемыми правами субъектов названо право граждан на охрану здоровья от неблагоприятных воздействий окружающей природной среды.

Объектами охраны являются: земля, недра, вода, атмосферный воздух, озоновый слой, особо охраняемые природные территории.

Экологическую безопасность можно рассматривать на разных уровнях:

- 1) *индивидуальном* (экологическая безопасность личности);
- 2) *объектовом* (экологическая безопасность хозяйствующего субъекта, осуществляющего любой вид деятельности и расположенного в местности, где может возникнуть экологическая угроза);

3) *локальном* (экологическая безопасность промышленной зоны, муниципальной территории, где могут быть сосредоточены несколько хозяйствующих субъектов);

4) *региональном* (экологическая безопасность территории закрытого административного территориального образования либо экологическая безопасность регионов);

5) *межгосударственном* (экологическая безопасность сопредельных государств экономико-географического региона);

6) *глобальном* (экологическая безопасность мирового сообщества).

Определение угрозы безопасности введено в ст. 3 Закона РФ «О безопасности» как совокупности условий и факторов, создающих угрозу жизненно важным интересам личности, общества и государства.

В настоящее время понятия экологическая безопасность и экологическая опасность все шире применяются при рассмотрении многих экологических проблем, особенно прикладного характера.

Под термином «опасность» понимается ситуация в окружающей среде, в которой при определенных условиях возможно возникновение нежелательных событий, явлений или процессов (опасных факторов), воздействие которых на человека и окружающую среду может привести к одному или совокупности из следующих последствий:

- отклонение здоровья человека от среднестатистического значения;
- ухудшение состояния окружающей среды.

Факторы опасности многообразны и по источникам опасности классифицируются следующим образом: экологические факторы, социально-экономические факторы, техногенные (или антропогенные) факторы, военные факторы.

Экологические факторы – факторы, обусловленные причинами природного характера. Вопросы защиты естественных основ жизни от опасностей стали в последнее время узловыми, ключом к будущему.

Экологическая опасность – вероятность разрушения среды обитания человека, растений и животных в результате неконтролируемого развития экономики, отставания технологий, естественных и антропогенных аварий и катастроф, вследствие чего нарушается приспособление живых систем к условиям существования.

Источниками экологической опасности являются природные объекты с измененными физико-химическими характеристиками и свойствами (вследствие природных явлений, стихийных бедствий, техногенных аварий и катастроф), способные привести к возникновению факторов опасности.

В качестве опасного экологического фактора рассматривается также недостаточность (дефицит) природных ресурсов для поддержания необходимых условий жизни и деятельности, возникающую вследствие разрушения, порчи, загрязнения, истощения природных объектов при осуществлении техногенной деятельности.

Любая хозяйственная или иная деятельность, оказывающая прямое или косвенное воздействие на окружающую природную среду, должна регламентироваться государством с позиций обеспечения экологической безопасности.

Деятельность органов государственной власти, органов местного самоуправления, субъектов хозяйственной деятельности должна обеспечить сохранение биосферы, всех ее компонентов на глобальном, национальном, региональном и локальном уровнях. К действиям, обеспечивающим эффективность государственного регулирования в области экологической безопасности, следует отнести следующие:

1) обязательность экологической проверки и экспертизы всех проектов хозяйственной и иной деятельности, разрешительный порядок осуществления производственной и иной деятельности, способный создать экологическую опасность;

2) обязательность полной компенсации нанесенного ущерба со стороны виновника возникновения экологически опасной ситуации, эффективная реализация принципа «загрязнитель платит»;

3) предупреждение и устранение чрезвычайных экологических ситуаций, особенно в случае серьезного или необратимого ущерба, использование принципа упреждения (предосторожности), приоритет осуществления профилактических мер по обеспечению экологической безопасности;

4) обеспечение свободного доступа к полной и достоверной экологической информации, создание для этого необходимых баз данных и коммуникаций, своевременное предупреждение населения об экологической опасности;

5) переориентация системы воспитания, образования, мировоззрения, культуры, морали, искусства, науки и техники на цели обеспечения экологической безопасности;

6) развитие международного сотрудничества в целях сохранения, защиты и восстановления глобальной целостности и оздоровления локальных нарушенных экосистем и экологически неблагоприятных регионов, обеспечение планетарной экологической безопасности;

7) законодательное, нормативно-правовое, организационное и

научное обеспечение деятельности, направленной на усиление экологической безопасности;

8) разработка простых и надежных индикаторов и целевых параметров, обеспечивающих оценку экологической безопасности и прогресса и прогресса на пути к устойчивому развитию.

В целях обеспечения экологической безопасности в состав целевых параметров устойчивого развития необходимо включить характеристики состояния окружающей среды, экосистем и территорий.

Обеспечение экологической безопасности на глобальном и национальном уровнях относится к приоритетным направлениям международного сотрудничества РФ.

Глобальный уровень управления экологической безопасностью предполагает прогнозирование и отслеживание процессов в состоянии биосферы в целом и составляющих ее сфер. Контроль и управление глобальной экологической безопасностью осуществляются на уровне межгосударственных отношений.

Региональный уровень включает крупные географические или экономические зоны, а иногда территории нескольких государств, Контроль и управление региональной экологической безопасностью осуществляются на уровне правительства государства и на уровне межгосударственных связей (объединенная Европа, СНГ, союз Африканских государств и т.д.).

На этом уровне система управления экологической безопасностью включает:

- 1) экологизацию экономики;
- 2) новые экологически безопасные технологии;
- 3) выдерживание темпов экономического развития, не препятствующих восстановлению качества окружающей среды и способствующих рациональному использованию природных ресурсов.

Локальный уровень включает города, районы, предприятия металлургии, химической, нефтеперерабатывающей, горнодобывающей промышленности, энергетики и оборонного комплекса, а также контроль выбросов, стоков и др.

Управление экологической безопасностью осуществляется на уровне администрации отдельных городов, районов, предприятий с привлечением соответствующих служб, ответственных за санитарное состояние и природоохранную деятельность. Решение конкретных локальных проблем определяет возможность достижения цели управления экологической безопасностью регионального и глобального уровней.

Цель управления достигается при соблюдении принципа передачи информации о состоянии окружающей природной среды от локального к региональному и глобальному уровням.

1.2. Слагаемые природоохранных технологий

Нормативы безопасности во всем мире недавно строились на концепции абсолютной безопасности. Для предотвращения аварий внедрялись дополнительные технические устройства – инженерные системы безопасности, принимались меры, обеспечивающие высокий уровень дисциплины. Считалось, что такой инженерный подход позволит исключить любую опасность для населения и окружающей среды. Однако сегодня из-за усложнения техники и появления новых технологий, когда любая деятельность человека сопровождается его взаимодействием со сложными техническими системами, пришло понимание невозможности создания «абсолютной безопасности» действительности и введено понятие риска как количественной меры опасности с учетом ее последствий. В связи с этим, в основу государственной экологической политики в условиях прогрессирующего загрязнения постепенно закладывается концепция экологического риска.

Под *экологическим риском* понимают вероятностную меру опасности причинения вреда природной среде в виде возможных потерь за определенное время.

Экологический риск – это оценка на всех уровнях (от точечного до глобального) вероятности и появления негативных изменений в окружающей природной среде, вызванных антропогенным или иным воздействием.

Вред природной среде при различных антропогенных и стихийных воздействиях очевидно неизбежен, однако он должен быть сведен до минимума и быть экономически оправданным. Любые хозяйственные или иные решения должны приниматься с таким расчетом, чтобы не превышать пределы вредного воздействия на природную среду. Установить эти пределы очень трудно, поскольку пороги воздействия многих антропогенных и природных факторов неизвестны. Поэтому расчеты экологического риска должны быть вероятностными и многовариантными, с выделением риска для здоровья человека и природной среды.

Оценке *допустимого экологического риска* в последнее время уделяется все больше и больше внимания, особенно при принятии

решений о вложении инвестиций в то или иное производство. Это означает, что уровень риска от факторов опасности, обусловленных хозяйственной деятельностью, является *«приемлемым»*, если его величина (вероятность реализации или возможный ущерб) настолько незначительна, что ради получаемой при этом выгоды в виде материальных и социальных благ человек или общество в целом готово пойти на риск. Во всех развитых в промышленном отношении странах существует устойчивая тенденция применения концепции приемлемого риска.

Уровень риска признается приемлемым, если его величина настолько незначительна, что ради получаемой при этом выгоды в виде материальных или социальных благ человек или общество в целом готовы пойти на риск.

Общественная приемлемость экологического риска, связанного с различными видами деятельности, определяется экономическими, социальными и психологическими факторами. При этом в случае антропогенного воздействия учитываются следующие *правила допустимого экологического риска*:

- 1) неизбежность потерь в природной среде;
- 2) минимальность потерь в природной среде;
- 3) реальная возможность восстановления потерь в природной среде;
- 4) отсутствие вреда здоровью человека и необратимость изменений в природной среде;
- 5) соразмерность экологического вреда и экономического эффекта.

Различают три главные *составляющие экологического риска*:

- 1) оценку состояния здоровья человека и возможного числа жертв;
- 2) оценку состояния биоты (в первую очередь фотосинтезирующих организмов) по биологическим интегральным показателям;
- 3) оценку воздействия загрязняющих веществ на человека и окружающую природную среду.

Здоровье – состояние полного физического, психического и социального благополучия человека, а не просто отсутствие заболеваний или недугований.

Показатели, характеризующие состояние здоровья человека и состояние окружающей среды, предлагается использовать в качестве единиц измерения безопасности. Главным показателем здоровья в первую очередь является *средняя ожидаемая продолжительность жизни*. Продолжительность жизни зависит как от уровня развития медицины, так и социально-экономического развития общества и состояния природной среды. По мнению специалистов, продолжительность жизни определяется:

на 20–25 % генетическими факторами; на 50–55 % образом жизни; на 20–25 % окружающей средой; на 10–15 % медициной. Для человека-европеоида этот норматив составляет 89 ± 5 лет.

Средняя продолжительность жизни в России в настоящее время составляет у мужчин 59 лет, у женщин 72 года.

Любое превышение пределов допустимого экологического риска на отдельных производствах должно пресекаться по закону. С этой целью ограничивают или приостанавливают деятельность экологически опасных производств, а на стадиях принятия решений допустимый экологический риск оценивают с помощью государственной экологической экспертизы и в случае его превышения, представленные для согласования материалы, отклоняют.

Так как целью безопасности является не только защита здоровья населения, но и защита окружающей среды, необходимы показатели, количественно и качественно оценивающие состояние среды. К таким показателям относят степень близости *состояния экосистемы к границе ее устойчивости*.

Для оценки устойчивости пользуются следующими градациями показателей самовосстановления природных систем:

естественное состояние – наблюдается лишь фоновое антропогенное воздействие, биомасса максимальна, биологическая продуктивность минимальна;

равновесное состояние – скорость восстановительных процессов выше или равна темпу нарушения; продуктивность больше естественной, биомасса начинает снижаться;

кризисное состояние – антропогенные нарушения превышают по скорости естественно-восстановительные процессы, но сохраняют естественный характер экосистем; биомасса снижается, продуктивность резко повышена;

критическое состояние – по антропогенным воздействием происходит обратимая замена продуктивных систем на малопродуктивные (частичное опустынивание); биомасса мала и снижается;

катастрофическое состояние – труднообратимый процесс закрепления малопродуктивной экосистемы (сильное опустынивание); биомасса и биологическая продуктивность минимальны;

состояние коллапса – необратимая утеря биологической продуктивности, стремление биомассы к нулю.

1.3. Ранжирование экологических проблем по степени риска

Стержнем концепции экологической безопасности является теория экологического риска и прикладная ее часть – определение уровня приемлемого риска. Концепция риска с большим трудом завоевывала право на существование и отвергалась в 70-е и в начале 80-х годов, когда декларировался принцип достижения абсолютной безопасности технологических процессов. Участвовавшие аварийные ситуации и связанные с ними загрязнения окружающей природной среды привели к осознанию разработки методологии оценок риска и практического внедрения управления экологическими рисками на промышленных предприятиях.

Анализ риска как область прикладной науки основан на методах оценки риска технологий и управления риском, которые соединяют черты оценок технологий и воздействия на окружающую природную среду. Риск возникновения технологической катастрофы и других чрезвычайных ситуаций *обуславливается следующими предпосылками:*

- 1) существованием источников потенциальной опасности;
- 2) действием факторов риска (веществ, энергии), высвобождаемых этими источниками;
- 3) наличием определенного уровня факторов риска (когда известны пороговые величины);
- 4) временем воздействия (экспозицией) на людей и окружающую среду.

За последние 15–20 лет сформировались достаточно четкие структурные элементы *методологии анализа риска*, а также *направления научных исследований* в этой области. Произошла определенная дифференциация сфер приложения анализа риска, а именно:

- 1) оценки риска новых технологий (биотехнологии, лазерной технологии и т.д.), безопасности (надежности) технологических систем, включая аварийные ситуации;
- 2) воздействия токсического и других видов загрязнений на здоровье человека и окружающую среду, в том числе медико-экологических последствий аварий и катастроф; кумулятивного и суммарного эффекта воздействия токсичных веществ на здоровье людей и экосистемы;
- 3) восприятия риска людьми (экспертами, и рядовыми гражданами, общественностью).

Эти направления отражают в какой-то мере эволюцию взглядов на анализ риска от инженерного к медицинским и социально-

психологическим аспектам.

К экономико-правовым мерам в области экологической безопасности относится оценка и управление техногенными и экологическими рисками с целью снижения вероятности аварий и катастроф, минимизации наносимого ущерба при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Оценка риска сегодня является единственным аналитическим инструментом, позволяющим определить факторы риска для здоровья человека и на этой базе строить политику управления риском.

В мировой практике к концу 70-х годов сложилось представление о различиях между анализом (оценкой) риска и управлением риском.

Оценка риска – это научный анализ его генезиса, включающий его выявление, определение степени опасности в конкретной ситуации.

Управление риском – это анализ самой рискованной ситуации, разработка и обоснование управленческого решения, как правило, в форме нормативного акта, направленного на минимизацию риска, поиск путей сокращения риска.

Общим в оценке и управления риском является то, что это два аспекта, две стадии единого процесса принятия решения, основанного на характеристике риска. Эта общность обуславливается единой целью – определением приоритетов действий, направленных на минимизацию риска. Для достижения этого приоритета необходимо знать основные источники и факторы риска (оценка риска) и наиболее эффективные пути его сокращения (управление риском).

Основное различие между оценкой и управлением риском состоит в том, что оценка строится на фундаментальном анализе (естественнонаучном и инженерном) источников и факторов риска, в частности загрязняющих веществ, с учетом особенностей конкретной экологической обстановки и механизма взаимодействия между ними. Управление риском опирается на экономический и социальный анализ, а также на правовые рычаги, которые не нужны и не используются при оценке риска.

Оценка риска, таким образом, должна характеризовать как вероятность наступления самого неблагоприятного события, например аварии на АЭС или выброса вредных веществ нормально действующим предприятием, так и вероятность негативных последствий этого события, например гибели людей.

Существенный прогресс в разработке методики оценки риска достигнут главным образом в определении опасности для здоровья человека. В этой области сейчас наиболее разработана процедура оценки

риска онкологических заболеваний.

В 80-х гг американский исследователь А. Баумер предложил три варианта оценки риска:

- *чрезвычайный*, который определяет потенциальные причины проблемной ситуации (в частности, выбросов) и намечает меры по их предотвращению;

- *специальный*, который заключается в экспресс-анализе текущей обстановки с целью предотвращения возможности возникновения чрезвычайной ситуации;

- *общий*, который включает полное или частичное обследование предприятия, выявление основных проблем его развития, подсчет объемов реальных вредных выбросов/сбросов и определение практических мер по их минимизации или устранению.

Согласно сложившимся представлениям, основные элементы оценки риска включают следующие процедуры:

- 1) *выявление опасности* – установление источников и факторов риска, а также зон и объектов их потенциального воздействия, основные формы такого воздействия.

- 2) *выявление объектов и зон потенциального негативного воздействия*, в первую очередь населения, а внутри него – наиболее уязвимых социальных групп (группы риска).

- 3) *определение вида воздействия факторов риска на объекты и степень его опасности*, например степень токсичности химического вещества.

- 4) *анализ воздействия факторов риска на население и окружающую среду*, в частности установление стандарта (норматива).

- 5) *оценка поврежденности*, т.е. реального воздействия фактора риска на человека и окружающую среду.

- 6) *полная (совокупная) характеристика риска* с использованием качественных и количественных параметров, установленных на предыдущих этапах, применительно к каждому фактору риска.

Реализация государственной природоохранной политики требует выделения приоритетных целей и конкретизации средств их достижения с учетом ограниченности финансовых и материально-технических ресурсов.

В ряде зарубежных стран (Голландия) проблема управления экологическим риском решается активно и последовательно.

В США по результатам комплексных исследований ряда природоохранных агентств проведено ранжирование экологических проблем по степени риска. Критериями оценки послужили: опасность

канцерогенеза, негативность неканцерогенных последствий, нарушение экологического баланса и материальный ущерб. Учтены следующие типы риска: медицинский, экологический, экономический и совокупный [3].

Результаты ранжирования позволили выделить ряд проблем с различной степенью риска.

1. Проблемы средней и высокой степени совокупного риска:

- загрязнение воздуха «традиционными» загрязняющими веществами;
- истончение озонового слоя;
- загрязнение продуктов питания остаточными количествами пестицидов;
- смыв в природные воды и попадание в атмосферу пестицидов.

2. Проблемы высокой степени медицинского риска и малой степени экологического и экономического риска:

- загрязнение воздуха вредными токсичными загрязняющими веществами;
- загрязнение воздуха помещений радоном;
- другие виды загрязнения воздуха;
- качество питьевой воды;
- безопасность потребительских товаров;
- продолжительность воздействия химических веществ на персонал.

3. Проблемы малой степени медицинского риска и высокой степени экологического и экономического риска:

- глобальное потепление климата;
- загрязнение поверхностных вод;
- физико-механическое разрушение водной среды обитания (поймы и эстуарии рек) и их загрязнение отвалами горных разработок.

4. Проблемы малой и средней степени совокупного риска (проблемы подземных вод):

- действующие свалки опасных отходов;
- заброшенные свалки опасных отходов;
- подземные хранилища отходов.

5. Проблемы малой и средней степени риска различных типов:

- загрязнение активного ила;
- аварийные выбросы токсичных веществ;
- аварийные разливы нефти;
- попадание в окружающую среду организмов с измененной генетической структурой (биологическое загрязнение, биотехнологическая продукция).

Заключение американских специалистов было учтено при перераспределении бюджета США.

В принципах управления риском заложены стратегические и тактические цели. В стратегических целях выражено стремление к достижению максимально возможного уровня благосостояния общества в целом, а в тактических – стремление к увеличению безопасности населения, продолжительности жизни.

Важнейшим принципом является положение о том, что в управление риском должен быть включен весь совокупный спектр существующих в обществе опасностей, и общий риск от них для любого человека и для общества в целом не может превышать «приемлемый» для него уровень.

Политика в области управления риском должна строиться в рамках строгих ограничений на воздействие на природные экосистемы, состоящих из требований о непревышении величин воздействий предельно допустимых нагрузок на экосистемы. Основная цель управления риском состоит в определении путей уменьшения риска при заданных ограничениях на ресурсы и время.

Согласно сложившимся представлениям *модель управления риском* состоит из четырех частей и этапов.

Первый этап связан с характеристикой риска. На начальном этапе проводится сравнительная характеристика рисков с целью установления приоритетов. На завершающей фазе оценки риска устанавливается степень опасности (вредности).

Второй этап – определение приемлемости риска. Риск сопоставляется с рядом социально-экономических факторов:

- выгоды от того или иного вида хозяйственной деятельности;
- потери, обусловленные использованием вида деятельности;
- наличие и возможности регулирующих мер с целью уменьшения негативного влияния на среду и здоровье человека.

В сопоставлении «нерисковых» факторов с «рисковыми» проявляется суть процесса управления риском. Возможны три варианта принимаемых решений:

- риск приемлем полностью;
- риск приемлем частично;
- риск неприемлем полностью.

В настоящее время уровень пренебрежимого предела риска устанавливается как 1 % от максимально допустимого.

В двух последних случаях необходимо установить пропорции

контроля, что входит в задачу третьего этапа процедуры управления риском.

Третий этап – определение пропорций контроля. Заключается в выборе одной из «типовых» мер, способствующих уменьшению (в первом и во втором случае) или устранению (в третьем случае) риска.

Четвертый этап – принятие регулирующего решения. Заключается в определении нормативных актов (законов, постановлений, инструкций) и их положений, соответствующих реализации той «типовой» меры, которая была установлена на предшествующей стадии. Данный элемент, завершая процесс управления риском, одновременно увязывает все его стадии, а также стадии оценки риска в единый процесс принятия решений, в единую концепцию риска.

Таким образом, управление экологическим риском является процедурой принятия решений, в которой учитывается оценка экологического риска, а также технологические и экономические возможности его предупреждения. Обмен информацией о риске также включается в этот процесс.

Для анализа риска, установления его допустимых пределов в связи с требованиями безопасности и принятия управленческих решений необходимы:

- наличие информационной системы, позволяющей оперативно контролировать существующие источники опасности и состояние объектов возможного поражения, в частности статистический материал по экологической эпидемиологии;
- сведения о предполагаемых направлениях хозяйственной деятельности, проектах и технических решениях, которые могут влиять на уровень экологической безопасности, а также программы для вероятностной оценки связанного с ним риска;
- экспертиза безопасности и составление альтернативных проектов и технологий, являющихся источниками риска;
- разработка технико-экономической стратегии увеличения безопасности и определение оптимальной структуры затрат для управления величиной риска и ее снижения до приемлемого уровня с экономической и экологической точек зрения;
- составление прогнозов и аналитическое определение уровня риска, при котором прекращается рост числа экологических поражений;
- формирование организационных структур, экспертных систем и нормативных документов, предназначенных для выполнения указанных функций и процедуры принятия решений;

- воздействие на общественное мнение и пропаганда научных данных об уровнях экологического риска с целью ориентации на объективные, а не эмоциональные или популистские оценки риска.

Решение проблем экологической безопасности требует значительного ресурсообеспечения, поэтому необходимы стабильные источники финансирования, заложенные в бюджетах всех уровней. В России научные исследования в этой области проводятся в рамках государственной программы «Экологическая безопасность России» и в рамках подпрограммы «Безопасность» Федеральной целевой научно-технической программы Министерства науки России.

Введение платы за загрязнение окружающей среды позволяет сформировать фонд ресурсов, которые могут быть привлечены для решения проблемы обеспечения экологической безопасности. В фонд денежных средств, предназначенных для этих целей, должны входить:

- основная составляющая в виде платы, вносимой предприятиями, загрязняющими окружающую среду;
- дотации государственных и региональных органов;
- дополнительные пожертвования различных организаций, не облагаемые налогом;
- штрафы за аварийные и залповые выбросы в соответствии установленным законодательством и принятыми на его основе постановлениями;
- штрафы или поступления, связанные с трансграничными переносами вредных выбросов в соответствии с международными соглашениями.

Для стимулирования активного участия предприятия в решении задач оздоровления экологической обстановки необходима финансовая помощь в виде:

- выдачи льготных кредитов для участия в проведении природоохранных мероприятий;
- снижения или отмены налогов на ту часть прибыли, которые предназначены для решения экологических задач.

Правовое и экономическое регулирование экологической безопасности с учетом критериев риска осуществляется на основании действующего федерального законодательства в области экологической безопасности и нормативно-правовых актов федерального уровня (более 200 актов).

Постановлением Правительства РФ от 1 июля 1995 г. № 675 «О декларации безопасности промышленного объекта Российской

Федерации» основным элементом экономического механизма управления экологическими рисками является декларирование безопасности в целях обеспечения контроля за соблюдением мер безопасности, оценки достаточности и эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на промышленном объекте.

Федеральными законами «О промышленной безопасности производственных объектов» (1997) и «О безопасности гидротехнических сооружений» (1997) предусмотрены декларации промышленной безопасности опасного производственного объекта и декларации безопасности гидротехнического сооружения.

В декларации должны содержаться сведения:

- об используемых опасных веществах;
- о промышленных установках и авариях на них, предоставляющих опасность для персонала объекта и населения;
- о превентивных мерах по предотвращению аварий и снижению их негативных последствий;
- о плане действий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций, включая порядок оповещения, сведения об оборудовании и технических средствах, используемых при аварии, наличие материальных и финансовых резервов, меры по локализации источника аварии;
- мероприятия по защите населения и территорий, порядок взаимодействия с органами местного самоуправления и органами управления, специально уполномоченными на решение задач в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций.

В соответствии с Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» декларация промышленной безопасности должна быть подтверждена заключением экспертизы.

Наконец, практическая реализация этого же Федерального закона предусматривает проведение подготовки и аттестацию работников в области безопасности, знание и соблюдение ими нормативно-правовых актов и технических документов, устанавливающих правила ведения работ на опасных производствах, повышение компетентности персонала в области промышленной безопасности и экологических рисков.

1.5. Стратегия безопасности и риска в ОВОС, экологической экспертизе, аудите, страховании

Стратегия безопасности находит свою реализацию в экологических процедурах анализа деятельности предприятий на разных стадиях жизненного цикла производства.

Процедура оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) проводится при возникновении угрозы значительного экологического ущерба и используется для прогноза таких последствий, а также нахождения способов снижения отрицательных воздействий предприятий на окружающую среду.

Действующим нормативно-правовым документом, регламентирующим ОВОС является Положение «Об оценке воздействия на окружающую среду в Российской Федерации», в котором дается определение этой процедуры.

В ходе ОВОС реализуется предварительное определение характера и степени опасности всех потенциальных видов влияния в системе подготовки и принятия решений о хозяйственном развитии. В практике экологической оценки, принятой в Российской Федерации, *ОВОС касается только предпроектной стадии* жизненного цикла хозяйственного объекта.

Оценка воздействия на окружающую среду – это процедура учета требований законодательства РФ при подготовке и принятии решений о социально-экономическом развитии общества с целью выявления и принятия необходимых и достаточных мер по предупреждению возможных неприемлемых для общества экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий реализации хозяйственной или иной деятельности.

В соответствии с существующими правилами любая предпроектная и проектная документация, связанная с какими-либо хозяйственными начинаниями, освоением новых территорий, размещением производств, строительством и реконструкцией хозяйственных и гражданских объектов, должна содержать раздел «Охрана окружающей среды» и в нем обязательный подраздел ОВОС – материалы по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой деятельности. ОВОС предусматривает вариантность решений, учет территориальных особенностей и интересов населения, ОВОС организуется и обеспечивается заказчиком проекта с привлечением компетентных организаций и специалистов. Во многих

случаях для проведения ОВОС нужны специальные инженерно-экологические изыскания.

В ходе ОВОС должны быть рассмотрены:

- цель и необходимость предлагаемого хозяйственного начинания, проекта, вида предполагаемой деятельности и способы их осуществления; соответствие целям регионального развития;

- реальные альтернативы с проработкой вариантов на уровне технико-экономических обоснований, включая нулевой вариант, т.е. отказ от хозяйственного начинания, проекта;

- состояние окружающей среды и техногенной насыщенности территории на данный момент в предполагаемом районе размещения, включая варианты размещения;

- виды, характер и степень воздействия на окружающую среду и совокупность реципиентов предполагаемых объектов в условиях освоения, строительства, пусковом и регламентном режимах эксплуатации и при аварийных ситуациях; специальная оценка аварийности; вариантная проработка оценок экологического риска;

- изменение состояния среды при условии осуществления рассматриваемых вариантов и составление вариантных прогнозов состояния природного комплекса; оценка возможных остаточных воздействий;

- возможности предупреждения и уменьшения вредных воздействий на окружающую среду и здоровье населения; возможности и средства ослабления последствий.

Общим итогом ОВОС является официальное «Заявление о воздействии на окружающую среду» (аналог в зарубежных процедурах ОВОС называется «Заявление об экологических последствиях»). Заявление выступает как самостоятельный документ, предназначенный для органов, принимающих решения о судьбе проектов. В нем выявляются и рекомендуются к утверждению те проектные решения, осуществление которых:

- не представляет никакой угрозы для здоровья людей с учетом отдаленных последствий;

- не связано с производством экологически опасной продукции;

- не приведет к критическим изменениям в природной среде в период эксплуатации и ликвидации объекта.

Процедура экологической экспертизы (ЭЭ). Целью экологической экспертизы является превентивный контроль экологической безопасности, осуществление государственного контроля в области охраны окружающей

среды и рационального использования природных ресурсов. Эти функции делегированы государством Министерству природных ресурсов РФ, Государственному комитету РФ по охране окружающей среды и их территориальным органам соответствующими законами РФ.

Федеральный закон «Об экологической экспертизе» (1995) дает следующее определение этой процедуре.

Экологическая экспертиза – установление соответствия намечаемой хозяйственной или иной деятельности экологическим требованиям и определение допустимости реализации объекта экологической экспертизы в целях предупреждения возможных неблагоприятных воздействий этой деятельности на окружающую природную среду и связанных с ними социальных, экономических и иных последствий реализации объекта.

Различают государственную экологическую экспертизу (ГЭЭ) и общественную экологическую экспертизу (ОЭЭ). Закон РФ «Об охране окружающей природной среды» содержит следующее определение *государственной экологической экспертизы*.

Государственная экологическая экспертиза является обязательной мерой охраны окружающей природной среды, которая проводится с целью проверки соответствия хозяйственной и иной деятельности экологической безопасности общества, предшествующей принятию хозяйственного решения, осуществление которого может оказывать вредное воздействие на окружающую природную среду.

Государственная экологическая экспертиза организуется и проводится специально уполномоченными государственными органами в области экологической экспертизы в порядке, установленном Федеральным законом и нормативными правовыми актами Российской Федерации, а также нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации. Государственная экологическая экспертиза проводится на федеральном уровне и уровне субъектов Российской Федерации.

Общественная экологическая экспертиза организуется и проводится по инициативе граждан и общественных организаций (объединений), а также по инициативе органов местного самоуправления общественными организациями (объединениями), основным направлением деятельности которых в соответствии с их уставами является охрана окружающей природной среды, и деятельность которых зарегистрирована в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

В практике экологической оценки, принятой в Российской Федерации, экологическая экспертиза касается *проектной стадии*

жизненного цикла хозяйственного объекта. Положительное заключение экспертной комиссии является одним из обязательных документов для открытия финансирования и кредитования реализации объекта.

Федеральный закон «Об экологической экспертизе» (1995) юридически закрепляет презумпцию потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной деятельности и необходимости перехода к «приемлемым» уровням потенциальной опасности с целью дальнейшей разработки и реализации соответствующих мероприятий.

Объектами государственной экологической экспертизы являются:

1) проекты комплексных целевых федеральных социально-экономических и научно-технических и иных федеральных программ, при реализации которых может быть оказано воздействие на окружающую природную среду;

2) проекты генеральных планов развития территорий свободных экономических зон и территорий с особым режимом природопользования и ведения хозяйственной деятельности;

3) проекты схем развития отраслей народного хозяйства Российской Федерации, в том числе промышленности;

4) проекты генеральных схем расселения, природопользования и территориальной организации производственных сил Российской Федерации;

5) проекты схем расселения, природопользования и территориальной организации производительных сил крупных регионов и национально-государственных образований;

6) проекты межгосударственных инвестиционных программ, в которых участвует Российская Федерация и федеральных инвестиционных программ;

- проекты федеральных комплексных схем охраны и использования земельных, водных, лесных и других природных ресурсов;

- материалы экологического обследования территорий для придания им статуса особо охраняемого природного объекта;

- все виды проектной документации по развитию и размещению производительных сил;

- технико-экономические обоснования (расчеты) и проекты строительства, реконструкции, расширения, перепрофилирования, технического перевооружения и ликвидации объектов;

- документация по созданию новой техники, технологии и выпуску новых видов продукции, материалов и изделий;

- проекты нормативно-правовой, инструктивно-методической и технической документации, регламентирующей различные аспекты природопользования;

- материалы, характеризующие экологическую ситуацию, формирующуюся под влиянием хозяйственной деятельности;

- сами хозяйственные объекты в процессе строительства, пуска и режимной эксплуатации в порядке надзора за соблюдением требований экспертизы и др.

Объектами общественной экологической экспертизы являются перечисленные выше объекты государственной экологической экспертизы, за исключением объектов, сведения о которых составляют государственную, коммерческую и (или) иную охраняемую законом тайну.

В число приоритетных задач в решении проблем экологического риска в ходе экологической экспертизы входят:

- 1) определение зоны экстремального техногенного воздействия (радиус поражения), классификация ландшафтов, попавших в такую зону;

- 2) классификация техногенных модификаций (включая структурно-динамические) геосистемы различного иерархического уровня;

- 3) выявление времени действия опасности вследствие аварии и на этой основе определение временного интервала прогнозирования;

- 4) классификация эколого-географических последствий для различных типов производств (черной металлургии, химической промышленности, аварий на АЭС и т.д.);

- 5) районирование региона по степени экологического риска как для отдельных компонентов ландшафта, так и для всего ландшафта в целом;

- 6) разработка набора мероприятий по рекультивации территории с учетом эколого-географических особенностей территории;

- 7) разработка методик и критериев оценки состояния окружающей среды, а также ее устойчивости к антропогенным нагрузкам в условиях экстремальных техногенных воздействий для проектируемых и строящихся крупных промышленных объектов;

- 8) разработка и оптимизация геотехнических систем с учетом рискованных ситуаций;

- 9) разработка и оптимизация сети эколого-географического мониторинга для оценки аварийных ситуаций.

Проблемы риска и связанные с ними экологические последствия должны войти составной частью в *эколого-географические экспертизы*.

Изучение проблем аварий на крупных промышленных объектах в настоящий момент является актуальной задачей. Анализ существующей

ситуации в промышленности свидетельствует о том, что повышение надежности сложных технических систем обеспечивает только сокращение, но не устранение аварийных отказов. В условиях концентрации производства различного типа, вероятность выхода какого-либо промышленного объекта из штатного технологического режима существенно повышается.

Экспертизе следует подвергать не только различные варианты размещения объекта производства, но также альтернативные технологические процессы производства. Минимизация неблагоприятных воздействий на окружающую среду во многих случаях может быть достигнута за счет внедрения экологически безопасных технологий.

Одним из факторов обеспечения экологической безопасности при эксплуатации АЭС, химических комбинатов и т.п. является создание автоматизированных систем принятия решений в экстремальных ситуациях. Геоэкологический блок таких систем должен смоделировать ближайшие экологические последствия, вызванные данным типом аварии. В таком случае одним из главных факторов выступает быстрота получения модельных расчетов, т.е. моделирование выполняется в режиме реального времени, поскольку сроки, отводимые на принятие решений, исчисляются часами, в отдельных случаях – минутами.

Системы принятия решений в рискованных ситуациях должен включать набор типовых ситуаций, определяемых как характером аварии, так и конкретными погодными условиями. Такие системы, в первую очередь, должны прогнозировать не только уровни загрязнения по отдельным зонам или природным средам, но также условия распространения и вторичного перераспределения загрязнителей в зависимости от конкретных ландшафтных особенностей и типов хозяйственного использования территории. Значительное внимание следует уделить нормированию и контролю экологической ситуации, а также изучению воздействия загрязнения на здоровье населения в районе предполагаемой аварии.

Следует отметить, что принятие решений в рискованных ситуациях осуществляется, как правило, в условиях неопределенности, поэтому резко возрастает ценность экспериментальной информации, включая данные, как о физико-химических свойствах загрязняющих веществ, так и об условиях миграции загрязнителей в различных природных средах. Один из вариантов экспертной оценки условий миграции загрязнителей может быть получен на основе классификации ландшафтно-геохимических барьеров, определяющих миграционные особенности поведения элементов в ландшафте.

Поэтому для анализа рисков экологических ситуаций необходимо создание банка данных по экологическим последствиям аварий для районов-аналогов с характеристиками наиболее существенных эколого-географических ситуаций.

Основа экспертной системы для принятия решений – набор математических моделей, обеспеченных кондиционными эколого-географическими данными. Вместе с тем основная роль в таких системах отводится экспертному блоку, который в окончательном виде оформляется в экспертную систему (ЭС). Важная роль ЭС связана с трудностью построения математических моделей миграции загрязнителей.

Вместе с тем, способность ландшафта к самоочищению может быть определена экспертным путем при наличии необходимых данных:

- по данным о водоносных горизонтах, их глубине, мощности, дебету можно судить о санитарном состоянии вод;
- характеристика расчлененности рельефа и эрозии почв – основа для определения выноса продуктов техногенеза или их накопления;
- наличие гумуса в почве может быть использовано для оценки удерживающей способности загрязнителей почвами.

Результаты ОВОС вместе с заявлением об экологических последствиях являются важнейшими документами, рассматриваемыми при экологической экспертизе, завершающей проектную стадию и подготавливающей решение о возможности (или невозможности) реализации проекта.

Процедура экологического аудита. В систему экономико-правовых мер законодательно включается экологический аудит как механизм оценки состояния экологической безопасности хозяйствующего субъекта или территории. Экологический аудит – это проведение ревизии экологической деятельности (экологичности) предприятий и компаний. Концепция экологического аудита, разработанная в конце 70-х годов в США, впервые использовалась на практике для проверки соблюдения компаниями экологических требований законов, законодательных актов и нормативов.

Правовая, нормативная и методическая база экологического аудита в РФ находится в настоящее время на стадии активного формирования. Понятие «экологический аудит» введено в России постановлениями Правительства Российской Федерации: «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 27 декабря 1994 года №1418; «Об утверждении положения о лицензировании отдельных видов деятельности в области охраны окружающей среды» от 26 февраля 1996 года.

Этими двумя документами определено, что Госкомэкологии России и его территориальные органы уполномочены на проведение лицензирования всех видов деятельности в области охраны окружающей среды, одним из которых является *экологический аудит*. Устоявшегося определения экологического аудита не существует, тем не менее аудит имеет четко выраженную природоохранную направленность.

Экологический аудит – это независимая оценка соответствия деятельности аудируемого предприятия экологическим требованиям с целью недопущения негативного воздействия техногенной деятельности на окружающую среду (природные объекты) и население.

Необходимость экологического аудита обусловлена постоянным присутствием опасности при осуществлении деятельности хозяйственно-промышленными объектами. Источниками техногенной опасности являются виды деятельности (промышленная, оборонная, космическая и т.д.) в экологической сфере, способные привести к возникновению факторов опасности.

В зарубежной практике экологический аудит включает проверку следующих видов деятельности:

- выполнение экологических нормативов в соответствии с законодательством и внутрифирменными требованиями;
- определение уровня экологичности компании (проводится в случае, если данная компания не имеет официально принятых планов и программ в области окружающей среды);
- функционирование системы экологического управления;
- получение экологического сертификата;
- выполнение финансовых обязательств и выплата долгов, правильность определения уровня рисков при слиянии и приобретении компаний;
- составление экологической декларации и отчетов компании об экологической деятельности.

В практике экологической оценки, принятой в Российской Федерации, экологический аудит реализуется *на послепроектной стадии жизненного цикла хозяйственного объекта* (хозяйственной деятельности).

Объектами экологического аудита являются хозяйственная деятельность, в том числе природные объекты, связанные с воздействием на окружающую среду, а также результаты такой деятельности. При проведении экологического аудита проверяется степень соответствия процесса, характера деятельности, продукции, системы управления экологическим требованиям по количественным или качественным

показателям, нормативными правовыми актами субъектов Российской Федерации, нормативными документами специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей природной среды.

Экологической оценке подлежат:

- виды деятельности, связанные с охраной окружающей среды и природопользованием;
- состояние окружающей среды на производственном или природном объекте;
- система управления окружающей средой;
- соблюдение природоохранного законодательства и соответствующих экологических требований;
- процессы обращения с отходами;
- финансовые риски, связанные с ответственностью за нарушение допустимого воздействия на окружающую среду.

Целью аудита является содействие субъектам хозяйственной деятельности в определении своей экологической политики, формировании приоритетов по осуществлению мероприятий, в том числе предупредительных, направленных на соблюдение установленных экологических требований, а также создание механизма реализации эффективного регулирования природопользования и обеспечения устойчивого развития.

Вопросы экологической безопасности рассматриваются в ходе экспертных оценок риска возникновения событий и ситуаций. Исходя из опасности вредных веществ на загрязненной территории или результатов исследований факторов риска, проводится экспертная оценка и определяется поэтапно:

- являются ли существующие на данном месте условия, уменьшающие опасность или увеличивающие ее в отношении выноса (I этап),
- вноса (II этап)
- миграции и действия веществ (III этап).

Как и финансовый аудит, экологический аудит производится физическими лицами – аудиторами и юридическими лицами – экологическими фирмами.

Результаты экологического аудита важны для принятия последующих управленческих решений.

Процедура экологического страхования. Законом Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» установлено, что

одним из инструментов экономического механизма охраны окружающей природной среды и обеспечения экологической безопасности является добровольное и обязательное государственное экологическое страхование предприятий, учреждений, а также граждан, объектов их собственности и доходов на случай экологического и стихийного бедствия, аварий и катастроф.

Под *государственным экологическим страхованием* следует понимать систему установленных государством и обществом мер, предотвращающих экологические катастрофы, а в случае их свершения – возмещение ущерба, причиненного предприятиям, учреждениям, организациям, а также гражданам, объектам их собственности и доходам.

Страховыми рисками т.е. допускаемыми, но непредвиденными событиями, являются в данном случае экологические и стихийные бедствия, аварии и катастрофы. Страховым случаем является наступление вышеперечисленных событий или одного из них.

Под *экологическим страхованием* понимается страхование экономической (имущественной) ответственности предприятий – источников повышенного экологического риска за причинение экономического ущерба третьим лицам (физическим и юридическим органам власти) в связи с аварийным и внезапным загрязнением окружающей среды.

Важное значение в условиях перехода к рынку приобретает упорядочение имущественной (экономической) ответственности предприятий за аварийное загрязнение окружающей среды, доля которого в общем объеме вредных выбросов достигает по примерной оценке 20–30 %. Действующим законодательством предприятия, виновные в этом, обязаны возмещать причиненный ими ущерб. Соответствующие положения зафиксированы в Законе о предприятиях и других нормативных актах.

Система экологического страхования призвана стимулировать снижение риска экологически опасных аварий следующими путями:

- соответствующей дифференциации страховых премий;
- осуществления экологического аудирования страхователей страховщиками;
- вовлечения в систему страхования объектов с различной степенью экологической опасности и финансовой обеспеченностью;
- использования средств страховых компаний для расширения спроса на рынке экологических услуг (реконструкция наиболее опасных объектов,

создание экологически совершенных технологий, совершенствование системы мониторинга окружающей среды и т.п.).

Крупные технологические катастрофы с тяжелыми экологическими последствиями на Чернобыльской АЭС, на железной дороге в Арзамасе, взрывы продуктопровода под Уфой, Бхопале (Индия), Северсо (Италия) и Базеле (Швейцария), многочисленные случаи аварийного загрязнения нефтью морских акваторий, обострили во всем мире внимание к проблемам снижения экологического риска современного производства и внедрения механизма экологического страхования.

Согласно литературным данным, под *экологическим страхованием* понимается:

- страхование ответственности предприятий – источников повышенной экологической опасности и имущественных интересов страхователей, возникающей в результате аварийного (внезапного, непреднамеренного) загрязнения окружающей природной среды, обеспечивающее возможность компенсации причиняемых при этом убытков и создающее дополнительные источники финансирования природоохранных мероприятий и обеспечения экологической безопасности;

- страхование ответственности собственников (владельцев, пользователей) «ранее загрязненных» природных объектов, представляющих потенциальную экологическую угрозу жизненно важным интересам граждан и юридических лиц – ретроспективное страхование экологических рисков.

Целью экологического страхования является компенсация ущерба, причиняемого окружающей среде, и экономическое стимулирование предотвращения аварий, в результате которых он образуется.

Для защиты гражданской (имущественной) ответственности предприятий, учреждений и организаций за ущерб, причиняемый в результате внезапного, непреднамеренного загрязнения окружающей природной среды, на территории России создаются страховые организации. Объектом экологического страхования является риск гражданской ответственности, выражающийся в предъявлении предприятию имущественных претензий пострадавшими организациями о возмещении ущерба за загрязнение окружающей среды на территории действия конкретного договора страхования. При заключении договора страхования оговаривается перечень загрязняющих веществ и причин, вызывающих загрязнение, ущербы по которым подлежат возмещению.

Договор заключается на один год и может быть продлен по желанию предприятия. При заключении договора определяется сумма страховых платежей, которая устанавливается, как правило, в процентах годового оборота предприятия. Размер ставки зависит от отрасли производства, в которой работает предприятие. Наиболее высокими ставки могут быть в энергетическом комплексе, нефтехимической, химической и бумажной промышленности и металлургии.

Объектами экологической страховой защиты могут быть:

- экологические компоненты – атмосфера, гидросфера, литосфера, минерально-сырьевые ресурсы, растительный и животный мир, природно-ресурсный потенциал;
- население (различные его социально-возрастные группы);
- хозяйственные, военные или иные объекты (основные фонды, инфраструктура и т.д.), сельскохозяйственные растения и животные.

Субъектами правоотношений при страховании (получателями страховых возмещений) являются:

- региональные комитеты по охране природы;
- физические юридические лица, которым причинен ущерб в каком-либо виде.

Условия страхования экологической ответственности предусматривают установление предельных сумм выплат страхового возмещения (лимиты ответственности) и собственное участие страхователя в оплате убытков (франшиза). Страховое возмещение (страховое обеспечение) осуществляется страховщиком, виновником страхового случая оказывается соответствующий нарушитель природоохранного законодательства, действием (или бездействием) которого обусловлено загрязнение окружающей среды и которому может быть предъявлен иск.

Страховое возмещение включает:

- 1) компенсацию ущерба, вызванного повреждением или гибелью имущества;
- 2) сумму убытков, связанную с ухудшением условий жизни и окружающей среды;
- 3) расходы по очистке загрязненной территории и приведению ее в состояние, соответствующее нормативам, при условии, что на них дано предварительное соглашение страховщика;
- 4) расходы, необходимые для спасения жизни и имущества лиц, которым в результате страхового случая причинен вред, или по возмещению ущерба, причиненного страховым случаем;

5) связанные с предварительным расследованием, проведением судебных процессов и другие расходы по улаживанию любых исков, предъявленных страхователю, которые могут быть предметом возмещения по договору, при условии, что на них дано предварительное согласие страховщика.

Договор страхования, связанный с *экологическими рисками*, должен содержать ряд разделов по предмету договора, условиям договора, правам и обязанностям сторон, срокам, порядку разрешения споров и особым условиям. Страхователю должен быть выдан после заключения договора Полис на добровольное экологическое страхование, где должно быть указано, что в соответствии с правилами экологического страхования заключен договор гражданской (имущественной) ответственности страхователя за убытки, причиненные третьими лицами под воздействием экологических страховых случаев на период, указанный в договоре. В полисе указывается объем страховой ответственности, общая страховая сумма, франшиза, ставка страховой премии, страховые платежи, дополнительные условия.

Для оценок размеров ущербов используются специальные методики, названия которых вносят в договор о страховании. В методиках оценки ущерба, как правило, излагается общий порядок расследования обстоятельств загрязнения окружающей среды, а именно:

- фиксация акта загрязнения окружающей среды и определение вида загрязняющего вещества или характера загрязнения, загрязнение фиксируется с помощью визуальных или инструментальных определений;
- установление источника загрязнений на основании показаний свидетелей факта загрязнения окружающей среды, материалов фотосъемок, идентификации проб загрязняющих веществ, иных данных;
- определение массы загрязняющих веществ с использованием специальных методик.

Подсчет убытков производится в зависимости от объекта, подвергшегося загрязнению, и вида загрязнения.

Для реализации экологического страхования необходима инвентаризация источников повышенной экологической опасности с их классификацией по уровню экологического риска. Для экологического страхования весьма важно в максимальной степени конкретизировать состав и границы ущерба, возмещаемого третьим лицам. Зарубежный опыт показывает, что возмещению подлежат затраты третьих лиц на очистку загрязненной территории (акватории), затраты на восстановление здоровья пострадавших людей и восстановление нарушенных экосистем (лесных и

др.), затраты индуцированные страховым событием (эвакуация и другие виды помощи пострадавшему населению, дополнительные затраты предприятий и организаций).

Экологическое страхование создает взаимную экономическую заинтересованность страхователей и страховщиков в снижении риска аварийного загрязнения окружающей среды. В результате механизм экологического страхования становится инструментом регулирования и управления риском с возможностью значительного снижения ущерба окружающей среде.

Контрольные вопросы

1. Дайте определение и расшифруйте содержание системы экологической безопасности в Российской Федерации
2. Охарактеризуйте систему управления экологической безопасностью на глобальном, региональном и локальном уровнях.
3. Перечислите и проанализируйте правила допустимого экологического риска.
4. Проанализируйте показатели, характеризующие состояние здоровья человека.
5. Перечислите предпосылки, обуславливающие риск возникновения техногенных катастроф.
6. Найдите общее и различие между анализом (оценкой) риска и управлением риском.
7. Проанализируйте существующие варианты и процедуру оценки риска.
8. Охарактеризуйте проблемы с различной степенью риска.
9. Дайте определение процедуры ОВОС. Приведите пример ОВОС, в ходе которого реализуется предварительное определение экологической опасности при подготовке и принятия решений о хозяйственном развитии.
10. Расшифруйте цели и задачи экологической экспертизы. Перечислите объекты государственной экологической экспертизы.
11. Дайте анализ экологического аудита как механизма оценки состояния экологической безопасности хозяйствующего субъекта или территории.

ЛЕКЦИЯ № 3-6

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АГРЕССИВНОСТЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ

СЫРЬЕВАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОДСИСТЕМЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕРРИТОРИИ

2.1. Система и показатели экологического нормирования, обеспечивающие безопасность среды для человека

В основе современного законодательства различных стран, регулирующего антропогенные нагрузки на окружающую природную среду и обеспечивающего безопасность среды для человека, лежит система экологического нормирования.

В законе Российской Федерации «Об охране окружающей природной среды» (1992) вопросам нормирования отведен самостоятельный раздел (10 статей), где приведены критерии правомерности поведения субъектов экологических правоотношений. Закон требует обеспечить экологическую безопасность населения, сохранить генетический фонд, рационально использовать и воспроизводить безопасные природные условия, устойчиво развивать хозяйственную деятельность и т.д.

Впервые законодательно устанавливается право граждан на здоровую и благоприятную окружающую среду.

В *естественных условиях* качество среды обеспечивается самой природой путем процессов саморегуляции и самоочищения от вредных для нее веществ и примесей.

Под качеством окружающей природной среды понимается такое состояние ее экологических систем, при котором постоянно обеспечивается протекание обменных процессов энергии и веществ между природой и человеком на уровне, обеспечивающем воспроизводство жизни на земле.

В условиях антропогенного воздействия качество природной среды получает несколько иное определение.

Под качеством окружающей природной среды понимают степень соответствия ее характеристик потребностям людей и технологическим требованиям.

Роль загрязнения окружающей среды в возникновении заболеваний человека весьма существенна и обоснована статистическими данными. Показатели химического загрязнения коррелируют с заболеваемостью раком кожи, органов дыхания, нервной системы, печени и почек, мочевыводящих путей и являются наиболее опасными (табл. 2.1).

Таблица 2.1

**Удельный вес факторов окружающей среды
в этиологии онкологических заболеваний**

Факторы	Удельный вес, %
Физические	5–10
Биологические	5–10
Химические	80–90

Все загрязнения среды опасны для живых организмов. В настоящее время большинство специалистов сходятся во мнении, что состояние среды определяет здоровье (уровень заболеваемости) жителей развитых стран не менее, чем на 20–30 %. Эти данные не опровергаются, а во многом подтверждаются сведениями о рождаемости и особенно смертности по различным странам.

Принцип *нормирования качества окружающей природной среды* положен в основу всех природоохранных мероприятий.

Нормирование качества окружающей природной среды означает установление показателей (нормативов) предельно допустимых воздействий на нее.

Законом РФ «Об охране окружающей природной среды» (раздел IV) нормирование качества окружающей среды определяется как деятельность уполномоченных на это государственных органов по установлению экологических нормативов в соответствии с требованиями природоохранного законодательства.

Норма – это мера воздействия на окружающую природную среду, где под воздействием понимается антропогенная деятельность, вносящие физические, химические, биологические изменения в окружающей среде, содержащие угрозы причинения вреда жизни и здоровью человека, состоянию растительного и животного мира, экологическим системам.

Соблюдение установленных норм обеспечивает:

- экологическую безопасность населения;
- сохранение генетического фонда (человека, растений, животных);

- рациональное использование и воспроизводство природных условий для устойчивого развития хозяйственной деятельности.

В основу нормативов качества положено три показателя:

- медицинский (пороговый уровень угрозы здоровью человека, его генетической программе);
- технологический (способность технически и экономически обеспечить выполнение установленных нормативов);
- научно-технический (наличие и возможности средств контроля величин установленных норм).

Таким образом, понятие нормирования охватывает ряд аспектов:

- аспект природопользования;
- охраны природных экосистем и сохранения их экологического благополучия;
- обеспечение благоприятной окружающей среды и здоровья населения.

Последний аспект выступает в качестве главного приоритета государственной экологической политики во всех странах мира.

Для предотвращения (снижения) отрицательных последствий воздействия загрязняющих веществ на атмосферу, литосферу и гидросферу необходимо знать их предельные уровни, при которых обеспечивается нормальная жизнедеятельность. Информация, характеризующая состояние природной среды, оценивается с помощью специально разработанных критериев или нормативов. Чем меньше пороговая величина экологических нормативов, тем выше качество окружающей природной среды.

Норматив – это предельно допустимый показатель воздействия человека на окружающую среду.

Норматив качества окружающей среды всегда конкретен и основан на определенных признаках. К ним относятся:

- объект защиты, например, человек, древесные растения, технологическое оборудование и т.д.;
- среда, в которой нормируется и контролируется содержание вещества (воздух, вода, почва, биосубстраты человека: кровь, волосы и т.д.);
- критерий вредности (появление заболеваний или скрытой временно компенсированной патологии у человека или его потомства, выход из строя технологического оборудования, снижение продуктивности и пищевой ценности растений и т.д.);

- регламентируемая временная характеристика (воздействие в течение всей жизни человека, в течение его рабочего стажа, в короткий промежуток времени, например, в аварийных ситуациях);

- «цена» норматива, т.е. последствия, к которым может привести отсутствие или превышение допустимого уровня.

В настоящее время в России и за рубежом определяющее значение для контроля и управления качеством окружающей среды имеют *гигиенические нормативы*, преимущественно направленные на профилактику неблагоприятного воздействия химических веществ на здоровье человека.

Санитарно-гигиенические нормативы – это устанавливаемые в законодательном порядке, обязательные для исполнения всеми ведомствами, органами и организациями допустимые уровни содержания химических соединений в объектах окружающей среды.

В основе методологии гигиенического нормирования химических веществ в производственной и окружающей среде лежат следующие принципы.

Принцип безвредности гигиенического норматива (примата медико-биологических показателей перед технологическими, экономическими и другими критериями) основан на том, что при обосновании норматива вредного фактора преимущественное значение имеют особенности его действия на организм человека и санитарные условия жизни. Доводы об экономической или технологической целесообразности, возможности применения средств индивидуальной защиты не могут служить основанием для установления норматива на более высоком уровне.

Принцип опережения обоснования и осуществления профилактических мероприятий по сравнению с моментом внедрения тех или иных вредных факторов является основополагающим, поскольку производство и применение недостаточно изученных потенциально вредных веществ сопряжены с риском для здоровья человека. Кроме того, нарушение принципа опережения может привести к значительным экономическим потерям из-за задержки производства, высокой стоимости природоохранных мероприятий, осуществляемых на действующих объектах.

Принцип порогового действия вредных факторов также относится к основополагающим. В соответствии с данным принципом по мере снижения уровня воздействия вещества может быть достигнута доза (концентрация), не вызывающая неблагоприятных изменений. Вопрос о возможности установления порога вредного действия для большинства

типов химических соединений не вызывает сомнения. Вместе с тем для мутагенов и канцерогенов вопрос о пороговом специфическом действии их до настоящего времени остается окончательно не решенным. Существует множество аргументов как в пользу порогового действия, так и в поддержку беспороговой концепции.

В гигиене под *порогом вредного действия* принято понимать такую минимальную концентрацию вещества в объекте внешней среды (или дозу, попавшую в организм), при воздействии которой в организме (при конкретных условиях поступления вещества) возникают изменения, выходящие за пределы физиологических приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология.

Принцип порогового действия неразрывно связан с другим принципом гигиенического нормирования – *зависимостью эффекта от концентрации (дозы) и времени воздействия*. Величина дозы и продолжительность воздействия не только определяют время появления биологического эффекта, но и нередко влияют на его качественные характеристики. *Например*, в условиях острых воздействий бензол в основном оказывает влияние на центральную нервную систему, а при длительном воздействии малых доз и концентраций вызывает поражение системы кроветворения.

Принцип моделирования вредного действия химических веществ в эксперименте при обосновании гигиенических нормативов отражает необходимость опережающей разработки допустимых уровней воздействия по сравнению с моментом внедрения химических соединений в производство. В ряде случаев (при определении порогов раздражающего действия, порогов запаха) эксперимент проводится на людях добровольцах. Однако базовой моделью при исследовании токсических и отдаленных эффектов химических соединений являются лабораторные животные. При этом воспроизводятся соответствующие реальные условия поступления веществ в организм (путь введения, экспозиция, режим воздействия и т.д.), учитываются возрастные, видовые, половые особенности чувствительности к действию вещества. Значение порога вредного действия, установленное в эксперименте на животных, при обосновании ПДК уменьшается на величину коэффициента запаса, зависящего от показателей опасности исследуемого соединения, полноты данных об особенностях его вредного действия.

Принцип разделения объектов санитарной охраны. В связи со специфичностью и изменчивостью физико-химических свойств воды, почвы, атмосферного воздуха, пищевых продуктов животного и

растительного происхождения, а также особенностями их воздействия на организм гигиенические нормативы устанавливаются отдельно для каждого объекта.

Воздействие химических соединений может быть не только прямым, но и косвенным. Поэтому при нормировании химических соединений учитываются различные виды неблагоприятных воздействий: влияние на органолептические показатели (внешний вид, запах, привкус и др.); рефлекторное действие, влияние на общесанитарные показатели (изменение численности сапрофитной микрофлоры и др.); возможности миграции из одной среды в другую (переход вещества или его метаболита из почвы в воду, воздух, растения); санитарно-бытовой (изменение прозрачности атмосферы, бытовых условий проживания и др.); санитарно-токсикологический.

Принцип лимитирующего показателя вредности. Используется при установлении величины ПДК, в соответствии с которой величина норматива выбирается на уровне наименьшей из значений концентрации, установленных по различным критериям (принцип учета «слабого звена»).

Принцип комплексного (единого, интегрального) гигиенического нормирования. В реальных условиях человек подвергается не изолированному воздействию какого-либо одного вещества, поступающего в организм конкретным путем (через воду или воздух), а сложному многофакторному воздействию. При нормировании необходим учет всего многообразия воздействий. Особенности комбинированного действия веществ учитываются при гигиеническом нормировании вредных веществ во всех средах.

Перспективной задачей является разработка максимально допустимых нагрузок всей совокупности факторов окружающей среды. При этом должен учитываться принцип дифференциации нормативов с учетом климатогеографических условий. В частности, данный принцип был использован при гигиеническом нормировании вредных веществ во всех средах.

Принцип этапности в проведении исследований. Данный принцип отражает необходимость задания стратегии исследования, выделения его важнейших этапов, проводимых в строгой последовательности и по возможности синхронно с этапами внедрения новых веществ и материалов. В общем виде связь между стадиями технологической разработки и токсикологической оценкой можно представить как последовательную цепь: теоретический проект технологической схемы – предварительная токсикологическая оценка; лабораторная разработка

технологической схемы – токсикологическая экспертиза; полужаводская установка – токсикологическая паспортизация и полная токсикологическая оценка; проектирование заводского производства – дополнительные токсикологические исследования; действующее производство – натурные гигиенические, медицинские и эпидемиологические исследования. Этапы и правила формирования заключений на каждом из них зависят от объекта окружающей среды, на котором проводится нормирование.

Принцип единства экспериментальных и натуральных исследований. Данный принцип основан на методологически важном положении о том, что критерием надежности гигиенического норматива являются результаты медицинского обследования состояния здоровья и эпидемиологические исследования заболеваемости различных контингентов населения.

Приведенные принципы гигиенического нормирования химических веществ в определенной степени близки к методологии нормирования других факторов окружающей среды (физиологических, биологических); однако особенности их действия на организм определяют специфичность методов обоснования ПДК и предельно допустимых уровней (ПДУ).

Нормативы качества окружающей среды подразделяются на три группы:

1) *санитарно-гигиенические* – это нормативы предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных веществ, предельно допустимая угроза (ПДУ) радиационного воздействия, определяющие показатели качества среды применительно к здоровью человека;

2) *производственно-хозяйственные* нормативы предельно допустимых выбросов (ПДВ) и сбросов (ПДС) вредных веществ; технологических, строительных, инженерно-технических правил, экологических требований к источнику вредного воздействия, ограничивающие его негативное воздействие пороговой величиной;

3) *комплексные* нормативы сочетающие требования предыдущих групп и определяющие предельно допустимую нагрузку (ПДН) на окружающую среду и нормы санитарно-защитных зон.

В санитарно-гигиенической практике основной величиной экологического нормирования качества природной среды является *предельно допустимая концентрация (ПДК)* вредного вещества (ВВ) в биосфере – воздухе, воде и почве.

Предельно допустимая концентрация – это такое содержание ВВ в окружающей среде, которое при постоянном контакте или воздействии за

определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.

ПДК устанавливаются на основе различных токсикометрических оценок, с отдельным нормированием уровней загрязнения для атмосферы, гидросферы и почв. Предельно допустимые концентрации являются экологическими нормативами, которым придана функция стандартов.

Для ликвидации диспропорций между числом новых химических веществ и количеством разрабатываемых гигиенических нормативов в санитарное законодательство введены наряду с ПДК временные ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) и ориентировочно допустимые уровни (ОДУ). Обоснование временных нормативов проводится с использованием ускоренных экспериментальных и расчетных методов, а также по аналогии с ранее нормированными структурно близкими соединениями.

Гигиенические ПДК используются и для оценки опасности экологической обстановки и расчета предельно допустимых выбросов (ПДВ) и сбросов (ПДС).

В производственно-хозяйственных показателях нормативы *предельно допустимого уровня* (ПДУ) радиационного или электромагнитного воздействия на окружающую среду устанавливаются органами санэпиднадзора. К иным физическим воздействиям относятся шумовое, тепловое, вибрационное и многие другие.

Гигиенические нормативы утверждаются Государственным комитетом санитарно-эпидемиологического надзора Российской Федерации. Они входят в состав санитарно-гигиенических норм и правил, некоторых ГОСТов.

В течение длительного времени санитарно-гигиенические нормативы оставались единственными критериями качества окружающей среды. В настоящее время наряду с гигиеническими ПДК разрабатываются также ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения.

Среди комплексных нормативов наиболее разработанными являются *предельно допустимые нагрузки* (ПДН) на окружающую природную среду и нормативы санитарных и санитарно-защитных зон (СЗЗ). При вводе в строй объектов и развитии территорий администрация регионов руководствуется ПДН нагрузки на окружающую среду с учетом обеспечения благоприятных условий жизни населения, недопущения необратимых изменений в окружающей природе.

Нормативы санитарных и защитных зон устанавливаются с целью охраны водоемов, источников водоснабжения, курортных и других территорий от загрязнений и других вредных воздействий. Эти нормативы определяются характером их целей и задач.

2.2. Стандартизация в области охраны природы

Стандартизация занимает особое место в комплексе мер по обеспечению экологической безопасности биосферы. Положением о государственной регистрации потенциально опасных химических и биологических веществ установлена необходимость регистрации всех веществ природного и искусственного происхождения.

Экологическое законодательство является основой правового регулирования природопользования и охраны окружающей среды. Экологическое нормирование и стандартизация призваны определить научно обоснованные пределы использования природных ресурсов и загрязнения окружающей среды исходя из долгосрочных интересов общества в сохранении веками сложившихся характеристик природы.

Система стандартизации в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов представлена совокупностью взаимосвязанных *стандартов*, направленных, на сохранение, восстановление природных богатств и рациональное использование природных ресурсов. Эта система разрабатывается в соответствии с действующим законодательством с учетом экологических, санитарно-гигиенических, технических и экономических требований.

Стандартизация – это разработка и внедрение в практику научно обоснованных, обязательных для выполнения технических требования и норм (стандартов), регламентирующих человеческую деятельность по отношению к окружающей среде.

Стандартизация определяется требованиями закона РФ «О стандартизации» как деятельность по установлению норм, правил и характеристик (требований) в целях обеспечения:

- безопасности продукции, услуг и выполняемых работ для окружающей среды, жизни и здоровья людей, сохранности имущества;
- безопасности хозяйственных объектов с учетом риска возникновения чрезвычайных ситуаций любого вида.

Стандарты качества окружающей среды устанавливают государственные органы (Госстандарт России, Министерство здравоохранения и другие министерства, комитеты, ведомства).

Стандарты подразделяются на следующие типы:

- государственные стандарты (ГОСТ);
- стандарты отраслей экономики (ОСТ);
- стандарты предприятий (СТП).

Обозначения государственных стандартов состоят:

- из номера системы (индекса) по классификатору (17 – индекс охраны природы);
- шифра комплекса (классификационной группировки);
- шифра группы;
- порядкового номера стандарта; года регистрации.

Система стандартов «Охрана природы» ГОСТ 17.0.0.00 устанавливает требования к природопользователям элементов биосферы (атмосферы, гидросферы, почвы) в части защиты их от антропогенного воздействия.

Государственные стандарты являются основными нормативно-техническими документами, устанавливающими общие требования к конкретным видам природопользования. Государственные стандарты дают признаки и методики определения степени воздействия на окружающую среду различных загрязнителей.

Например, ГОСТ 17. 1.0.01.75 расшифровывается следующим образом: ГОСТ – категория стандартов (государственный стандарт); 17 – номер системы (стандарты в области охраны природы); 1 – шифр комплекса (гидросфера); 0 – шифр группы (основные положения); 01 – порядковый номер стандарта; 75 – год регистрации стандарта (табл. 2.2).

Таблица 2.2

Комплексы природоохранных стандартов

Номер Комплекса	Наименование комплекса	Кодовое название
0	Комплекс организационно-методических стандартов в области охраны природы	
Комплекс стандартов в области:		
1	- охраны и рационального использования вод	Гидросфера
2	- защиты атмосферы	Атмосфера
3	- охраны и рационального использование почв	Почвы
4	- улучшения использования земель	Земли
5	- охрана флоры	Флора
6	- охрана фауны	Фауна

7	- охраны и преобразования ландшафтов	Ландшафты
8	- охраны и рационального использования недр	Недра

Система стандартов в области охраны природы состоит из комплексов стандартов, имеющих *кодовое название*: 1 – гидросфера, 2 – атмосфера, 3 – почвы, 4 – земли, 5 – флора, 6 – фауна, 7 – ландшафты, 8 – недра.

Стандарты нулевого комплекса ГОСТ 17.0.0.01 и другие составляют группу организационно-методических стандартов. Так, ГОСТ 17.0.0. 04-90 регламентирует основные положения экологического паспорта предприятия.

Стандарты в области охраны вод объединяются в первый комплекс – ГОСТ 17.1.1.01 и другие. ГОСТ 17.1.3.07 «Правила контроля качества воздуха населенных пунктов» - в третий и т.д. Система государственных стандартов включает более 200 стандартов, касающихся охраны окружающей среды.

Каждый комплекс стандартов, начиная с гидросферы и кончая недрами, включает в себя 6 групп стандартов (табл. 2.3).

Таблица 2.3

**Классификация системы стандартов
в области охраны природы**

Шифр группы	Наименование группы стандартов
0	Основные положения
1	Термины, определения, классификация
2	Показатели качества природных сред, параметры загрязняющих выбросов и сбросов, показатели интенсивности использования природных ресурсов
3	Правила охраны природы и рационального использования природных ресурсов
4	Методы определения параметров состояния природных объектов и интенсивности хозяйственных воздействий
5	Требования к средствам контроля и измерений состояния окружающей природной среды
6	Требования к устройствам, аппаратам и сооружениям по защите окружающей среды от загрязнений
7	Прочие стандарты

Проверка и контроль соблюдения требований стандартов осуществляется Госстандартом через системы Госнаadzора и сертификации. Правовые основы обязательной и добровольной сертификации определены Законом РФ «О сертификации продукции и услуг».

В системе экологической сертификации проводятся:

- *добровольная* сертификация объектов окружающей среды, природных ресурсов, отходов производства и потребления, технологических процессов, товаров (работ, услуг), предназначенных для обеспечения экологической безопасности и предупреждения вреда окружающей среде;

- *обязательная* сертификация экологической безопасности производств, использующих экологически вредные технологии.

Экомаркировка – комплекс сведений экологического характера о продукции, процессе или услуге в виде текста, отдельных графических, цветовых символов (условных обозначений) и их комбинаций. Он наносится в зависимости от конкретных условий непосредственно на изделие, упаковку (тару), табличку, ярлык (бирку), этикетку или в сопроводительную документацию.

Экомаркировка информирует покупателей об экологических свойствах продукции, но не только. Есть знаки соответствия в системах сертификации по экологическим требованиям, знаки, характеризующие технологию производства и возможность вторичной переработки продукции, и ряд других. Некоторые приняты на международном и общенациональном уровнях, но встречаются и собственные знаки конкретных фирм.

Не претендуя на полноту, назовем несколько групп экомаркировок:

1. Знаки, отражающие экологическую безопасность для человека и окружающей среды изделий в целом или их отдельных свойств.

Знак единой экомаркировки в соответствии с требованиями ЕС, как и знак «Голубой Ангел», говорит об экологичности продукта и ставится на упаковке в двух цветах: зеленый и голубой или черный на белом фоне. Он не распространяется на пищевые продукты и лекарства, им маркируются товары, отнесенные к опасным, но используемые при соблюдении ограничительных условий или в допустимых пределах. Работа по присвоению европейского экологического знака, в том числе испытания на соответствие утвержденным критериям, ведется на национальном уровне.

В ту же группу входят знаки, отражающие отсутствие веществ, приводящих к уменьшению озонового слоя. Чаще они применяются для маркировки аэрозолей, и их центральный элемент – изображение земного шара.

2. Знаки для обозначения предметов и материалов, подлежащих вторичной переработке, и продукции, полученной в результате переработки вторичного сырья, а также маркировки соответствующих контейнеров для отходов.

Широко распространен знак «Зеленая точка» (Der Grüne Punkt). Он используется в рамках «Дуальной системы» (DSD), лежащей в основе вторичной переработки отдельных видов отходов в Германии. Право на его использование продается, это составляет финансовую базу DSD. Знак может ставиться компаниями, участвующими в системе, объединяющей более 15 европейских стран. Он означает, что производитель обеспечивает прием маркированного упаковочного материала на вторичную переработку (заранее оплатил ее). Хотя Россия в системе не участвует, это не мешает предприимчивым отечественным бизнесменам использовать знак в рекламных целях, утверждая, что он гарантирует экологическую чистоту продукта.

Популярны знаки в виде треугольника из трех замкнутых стрелок, внутри – цифра или латинские буквы. Сам знак означает замкнутый цикл («создание – применение – утилизация»), а надписи определяют материал. Цифрами 1–19 обозначают пластики, 20–39 бумагу и картон, 40–49 металлы, 50–59 древесину, 60–69 ткани и текстиль, 70–79 стекло.

Однако маркировка, означающая «может быть повторно переработан», лишена смысла, если отсутствуют пункты переработки и доступ к ним потребителей. Так, полистирол в принципе перерабатываем, но реально практически все попадает в мусоросжигатели или на свалки. Для России, где отдельный сбор отходов и последующая переработка находятся в зачаточном состоянии, это особенно актуально. Известны и случаи злоупотребления такой экомаркировкой, когда потребителей намеренно вводили в заблуждение. Так, компания «Мобил» объявила, что ее пакеты для мусора биологически разлагаемы, однако позже выяснилось, что они почти ничем не отличаются от обычных.

Другие знаки показывают, что изделие получено из вторичного сырья. В США, в частности, применяется знак для полученной из этого сырья бумаги.

Недостаток некоторых из таких знаков связан с тем, что количество вторично переработанного сырья (ВПС) в его общем объеме

может составлять лишь ничтожную часть. Поэтому маркировка должна включать соответствующие пояснения. В ЕС упаковка маркируется знаками, означающими, что она частично или полностью произведена из ВПС с указанием его процентного содержания.

3. Знаки, призывающие к охране окружающей среды.

Такие знаки призывают не сорить, не загрязнять окружающую среду, сдавать использованные изделия на вторичную переработку, опуская их в соответствующие мусоросборники, поддерживать различные природоохранные инициативы и организации.

4. Знаки, предупреждающие об опасности изделия или предмета для человека и окружающей среды.

Они обычно не относятся к классической экомаркировке, а находятся где-то на пересечении предупредительной и экомаркировки и регулируются нормативными требованиями по обеспечению безопасности. Есть знак для обозначения веществ, опасных для морской флоры и фауны при перевозке по водным путям (в России существует ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка»). В рамках законодательства ЕС о классификации, упаковке и маркировке опасных веществ и препаратов используется знак «Опасно для окружающей среды». Используется знак, указывающий на необходимость отдельного сбора использованных источников питания (батареек и аккумуляторов), содержащих опасные вещества, например, ртуть, кадмий, свинец и ряд других.

5. Знаки систем добровольной сертификации систем менеджмента охраны окружающей среды.

Они означают, что компания-изготовитель внедрила и сертифицировала систему менеджмента охраны окружающей среды, соответствующую требованиям международного стандарта ИСО 14001. Это подтверждает ее заботу об экологии вообще, но прямого отношения к экологичности продукции не имеет, и маркировка не должна вводить потребителя в заблуждение на этот счет. Принципы создания и использования экомаркировки описываются стандартами серии ИСО 14000: ИСО 14020-99 «Экологические этикетки и декларации. Основные принципы»; ИСО 14021-2000 «Этикетки и декларации экологические. Самодекларируемые экологические заявления (Экологическая маркировка типа II)»; ИСО 14024-2000 «Этикетки и декларации экологические. Экологическая маркировка типа I. Принципы и процедуры».

Особенности Российской маркировки. Развитой системы экомаркировки в России нет, зато существует масса правовых актов,

затрагивающих этот вопрос: в области охраны окружающей среды, защиты прав потребителей, стандартизации, сертификации и рекламы, а также государственные стандарты, нормативные документы МПР и Знак соответствия Госстандарта РФ. Правда, после введения в действие Федерального закона «О техническом регулировании» ситуация с ГОСТами и сертификацией неясная. Какие из требований являются обязательными, сказать трудно.

К примеру, продукция, свободная от хлорорганических соединений, маркировалась по ГОСТ Р 51150-98 «Продукция, свободная от хлорорганических соединений». Знак «Свободно от хлора». Встречаются знаки систем сертификации по экологическим требованиям, поддержки и пропаганды природоохранной деятельности, а также иностранные символы как на импортных товарах, так и часто неправомерно проставленные на российских изделиях.

Среди отечественных экомаркировок распространены знаки, надписи и прочие изображения, заявляющие об «экологической чистоте». Многие специалисты считают это бессмысленным. По праву экологически чистым можно считать продукт, если он не содержит вредных для человека и окружающей среды веществ, а при его производстве и утилизации природе не наносится вреда. На практике это нереально, и разница может быть лишь в степени негативного воздействия. В Канаде, например, маркировки «экологически чистый», «дружественный к окружающей среде» запрещены, а применение маркировок типа «не содержит вещества...» ограничено. Как можно заявлять о полном отсутствии какого-либо вещества, если измерения имеют определенную точность? Здесь нужны дополнительные пояснения. Это может быть указание пороговой концентрации, которую не превышает содержание вещества, или заявление о том, что данное вещество не используется при производстве продукта.

Тем не менее, российские стандарты в принципе допускают такого рода заявления при определенных условиях. Так, ГОСТ Р 51121-97 «Товары непродовольственные. Информация для потребителя. Общие требования» устанавливает, что использование в наименовании товар характеристик «экологически чистый», «изготовленный без применения вредных веществ», «радиационно безопасный» и других аналогичных утверждений разрешается лишь при указании в научно-технической документации изготовителя методов контроля данных характеристик и подтверждении их компетентными органами.

ГОСТ Р 51074-97 «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» также допускает использование в наименовании продуктов понятий типа: «экологически чистый», «выращенный с использованием только органических удобрений», «выращенный без применения пестицидов» и аналогичных только при указании нормативного документа, позволяющего идентифицировать свойства продукта или дающего определение термина и/или при подтверждении компетентными органами.

В Москве Департамент природопользования и защиты окружающей среды ввел систему экологической маркировки автозаправочных станций, предусматривающую контроль за соблюдением экологических требований к качеству топлива.

2.3. Показатели и критерии оценки состояния воздушной среды

Предельно допустимые концентрации вредных веществ (ПДК).

Не существует стандарта, оговаривающего понятие «чистый воздух». Условно считается чистым такой воздух, в котором содержание основных компонентов находится в пределах нормы, а концентрация вредных примесей не превышает допустимых пределов.

Нормирование содержания вредного вещества в атмосферном воздухе *населенных мест и рабочей зоны* осуществляется с учетом специально разработанных ПДК:

ПДК_{М.Р.} – предельно допустимая максимальная разовая концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³;

ПДК_{С.С.} – предельно допустимая среднесуточная концентрация химического вещества в воздухе населенных мест, мг/м³;

ПДК_{Р.З.} – предельно допустимая концентрация химического вещества в воздухе рабочей зоны, мг/м³.

Предельно допустимая максимальная разовая концентрация вредного вещества – это такая концентрация, которая не вызывает рефлекторных (в том числе субсенсорных) реакций в организме человека.

При этом под *вредным веществом* (ВВ) понимается инородный нехарактерный для природных экосистем ингредиент, оказывающий отрицательное влияние на живые организмы, обитающие в этих экосистемах.

Максимальная разовая ПДК учитывает так называемые залповые, массовые выбросы в атмосферу вредных веществ. Эта концентрация при

вдыхании в течение 20 минут не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека.

Среднесуточная ПДК учитывает как пиковые, так и наименьшие концентрации атмосферных загрязнений, которые имеют место в течение суток. Эта концентрация не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неограниченно продолжительном вдыхании.

Предельно допустимая среднесуточная концентрация вредного вещества – это такая концентрация в воздухе населенного пункта, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного воздействия в условиях неопределенно долгого круглосуточного вдыхания.

Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания работающих. ПДК вредного вещества в воздухе рабочей зоны, где человек находится ограниченное время, выше, чем ПДК вредного вещества в воздухе населенных мест.

Обычно используют максимально разовые, среднесуточные и средне-годовые ПДК, сравнивая их с фактическими концентрациями загрязняющих веществ в атмосфере за последние несколько лет, но не менее, чем за 2 года.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это концентрации загрязняющих веществ, которые при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю, в течение всего рабочего стажа не могут вызывать заболеваний или отклонений здоровья человека, обнаруживаемых современными методами исследований.

По величине ПДК в соответствии с ГОСТ 12.1.0.07-76 различают четыре класса опасности вредных веществ, из которых самый опасный – первый:

1-й класс – вещества чрезвычайно опасные, ПДК менее $0,1 \text{ мг/м}^3$;

2-й класс – вещества высоко опасные, ПДК $0,1-1 \text{ мг/м}^3$;

3-й класс – вещества умеренно опасные, ПДК $1,1-10 \text{ мг/м}^3$;

4-й класс – вещества мало опасные, ПДК более 10 мг/м^3 .

Для ПДК первого класса опасности обычно нет различий в максимально разовых и среднесуточных ПДК. Для третьего и четвертого классов опасности ПДК ВВ существенно различаются (табл. 2.4).

Таблица 2.4

ПДК веществ различного класса опасности

Вредные примеси в воздухе	Химическая формула	Разовая доза ПДК, мг/м ³		Класс опасности
		максимальная	среднесуточная	
Пыль	-	0,5	0,15	3
Сернистый ангидрид	SO ₂	0,5	0,05	3
Сероводород	H ₂ S	0,008	-	2
Свинец	Pb	0,0003	-	1
Бензпирен	C ₂₀ H ₁₂	-	10 ⁻⁶	1

Ниже приведен перечень веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух с указанием класса опасности (в скобках): двуокись азота (2), бенз(а)пирен (1), сернистый ангидрид (3), оксид углерода (4), сажа (3), ртуть металлическая (1), свинец (1), озон (1), аммиак (4), хлористый водород (2), серная кислота (2), сероводород (2), ацетон (4), окись мышьяка (2), формальдегид (2), фенол (1).

Опасность для здоровья населения загрязнения атмосферного воздуха обуславливается объективным действием ряда факторов.

1) *Разнообразием загрязнений.* Считается, что на человека, проживающего в промышленном районе, потенциально может воздействовать несколько сотен тысяч химических веществ. Реально, даже при ограниченном числе химических веществ, комбинированное действие атмосферных загрязнителей может приводить к усилению вызываемых ими токсических эффектов.

2) *Возможностью массированного воздействия.* Человек непрерывно вдыхает за сутки до 20 тыс. л воздуха. Даже незначительные концентрации химических веществ при таком объеме дыхания могут привести к значительному поступлению вредных веществ в организм.

3) *Непосредственным доступом загрязнителей* во внутреннюю среду организма. Легкие имеют поверхность порядка 100 м², воздух при

дыхании входит почти в непосредственный контакт с кровью, в которой растворяется почти все, что присутствует в воздухе. Из легких кровь поступает в большой круг кровообращения, минуя такой детоксикационный барьер, как печень. Установлено, что яд, поступивший ингаляционным путем, нередко действует в 8–100 раз сильнее, чем при поступлении через желудочно-кишечный тракт.

4) *Трудностью защиты от ксенобиотиков.* Человек, отказавшись употреблять в пищу загрязненные продукты или недоброкачественную воду, не может не дышать загрязненным воздухом. При этом загрязнитель действует на все группы населения круглосуточно.

Нормы ПДК служат исходной базой для проектирования и экспертизы новых машин и механизмов, технологических линий, промышленных сооружений и предприятий, а также для расчета вентиляционных, газопылеулавливающих и кондиционирующих систем, контролируемых приборов и систем сигнализации. Методологические основы гигиенического нормирования атмосферных загрязнений включают следующие положения.

1. Допустимой признается только такая концентрация химического вещества в атмосфере, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного либо неприятного действия, не влияет на самочувствие и работоспособность.

2. Привыкание к вредным веществам, находящимся в атмосферном воздухе, рассматривается как неблагоприятный эффект.

3. Концентрация химических веществ в атмосфере, которые неблагоприятно действуют на растительность, климат местности, прозрачность атмосферы и бытовые условия жизни населения, считается недопустимой.

Значения ПДК наиболее часто встречающихся загрязнителей атмосферного воздуха (табл. 2.5).

Таблица 2.5

**Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых веществ
в атмосферном воздухе, мг/м³**

Вещество	Класс опасности	ПДК _{М.Р.}	ПДК _{С.С.}

Пыль неорганическая (20–70 % SiO ₂)	3	0,3	0,1
Диоксид серы, SO ₂	3	0,5	0,05
Диоксид азота, NO ₂	2	0,085	0,04
Оксид углерода, CO	4	5	3
Формальдегид, СОН ₂	2	0,035	0,003
Бензол, С ₆ Н ₆	2	1,5	0,1
Фенол, С ₆ Н ₆ О	2	0,01	0,03
Аммиак, NH ₃	4	0,1	0,02
Сероводород, H ₂ S	2	0,008	-
Свинец, Pb	1	0,001	0,0003
Ртуть металлическая, Hg	1	0,001	0,0003
Бензпирен	1	-	0,000001

При нормировании загрязняющих веществ особому вниманию подлежат вещества, оказывающие сходное неблагоприятное воздействие на живые организмы. К ВВ *однаправленного действия*, как правило, относят вещества, близкие по химическому строению и характеру биологического воздействия на человека:

- 1) диоксид серы и аэрозоль серной кислоты;
- 2) диоксид серы и сероводород;
- 3) диоксид серы и диоксид азота;
- 4) диоксид серы и фенол;
- 5) диоксид серы и фтористый водород;
- 6) диоксид и триоксид серы, аммиак, оксиды азота;
- 7) диоксид серы, оксид углерода, фенол и пыль металлургического производства.

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ с концентрациями C_1, C_2, \dots, C_n , обладающих *однаправленным действием*, должно выполняться условие:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1$$

где C_1, C_2, \dots, C_n , – концентрации вредных веществ, обладающих эффектом суммации; ПДК₁, ПДК₂ ПДК_n – соответствующие им предельно допустимые концентрации.

Особенности комбинированного действия веществ учитываются при гигиеническом нормировании вредных веществ во всех средах. Вместе с тем многие вещества при одновременном нахождении в атмосферном воздухе не могут оказывать суммарного воздействия, т.е. предельно допустимые значения концентраций сохраняются для каждого вещества в отдельности, например: оксид углерода и диоксид серы; сероводород и сероуглерод; фталевый, малеиновый ангидриды. В этом случае, если в воздухе содержатся вредные вещества (далее ВВ), не обладающие однонаправленным действием, концентрация каждого из них не должна превышать ПДК. В местах, где расположены курорты, на территориях санаториев, домов отдыха и в зонах отдыха городов с населением более 200 тыс. человек концентрация примесей, загрязняющих атмосферный воздух, не должна превышать 0,8 ПДК.

Установление ПДК – длительный и сложный процесс, которому предшествуют многочисленные опыты на растениях и животных, проводимые в институтах АН РФ (ведущий – Институт общей и коммунальной гигиены). При появлении первых признаков нарушения обмена веществ, состава крови, кислородного обмена и т.п. доза считается предпатологической. Она выявляется при длительных экспериментах по нескольким десяткам физиологических, биохимических, токсикологических показателей.

ПДК вредных веществ не являются международным стандартом и могут несколько различаться в разных странах. В ряде случаев в России более жесткие ПДК (табл. 2.6).

Таблица 2.6

**ПДК некоторых атмосферных загрязнений
в разных странах мира, мг/м³**

Вещество	США		ВОЗ**		Россия	
	ПДК*	Время	ПДК	Время	ПДК	Время
Оксид углерода	40	60 мин	100	15 мин	5	30 мин
	10	8 ч	60	30 мин	5	24 ч
Озон	0,235	1 ч	0,15	1 ч	0,16	30 мин
			0,5	10 мин	0,15	30 мин
Диоксид серы	0,365	1 сут	0,5	10 мин	0,5	30 мин
	0,08	1 год	0,35	1 ч	0,05	1 сут

Диоксид азота	0,1	1 год	0,4 0,15	1 ч 24 ч	0,085 0,04	30 мин 24 ч
Свинец	0,0015	3 мес	0,0005	1 год	0,0017	24 ч
Кадмий	-	-	0,0005	1 год	0,001	24 ч
Формальдегид	-	-	0,1	30 мин	0,035 0,003	30 мин 24 ч
Ртуть	-	-	0,001	1 год	0,003	24 ч
Стирол	-	-	0,8	24 ч	0,04 0,002	30 мин 24 ч

* ПДК устанавливается с учетом времени

** ВОЗ – Всемирное общество здравоохранения

В Российской Федерации также внедрены *временно допустимые концентрации (ВДК)*, иначе называемые ориентировочными безопасными уровнями воздействия (*ОБУВ*) в случае если величина ПДК не установлена. Эти нормативы устанавливаются расчетным путем и имеют ограниченный срок действия (как правило, не более 3 лет). Кроме того, они применяются в основном для целей предупредительного санитарного надзора, в частности, при оценке воздухоохраных мер, предусматриваемых проектами строительства, проектами организации санитарно-защитных зон и др. В настоящее время ОБУВ предложены более чем для 1400 различных химических веществ.

Предельно допустимый выброс (ПДВ). Научно обоснованные нормы ПДК в приземном слое атмосферы должны обеспечиваться контролем нормативов для всех источников выбросов – от стационарных до передвижных (транспортных). Для охраны атмосферного воздуха с 1 января 1980 г. введен ГОСТ 17.2.3.02-78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями», устанавливающий научно-технический норматив в виде так называемого предельно допустимого выброса (ПДВ).

Содержащиеся в нем правила распространяются на проектируемые и действующие промышленные предприятия, имеющие выбросы вредных веществ в атмосферу.

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – это количество вредных веществ, выбрасываемых в единицу времени (г/с), которое, в сумме с

выбросами из других источников загрязнения не создает приземной концентрации примеси, превышающей значение ПДК.

Если ПДК служат нормативами на *содержание* вредных веществ в природной среде, то ПДВ является нормативом на их *поступление* в окружающую среду. ПДВ относится к производственно-хозяйственным стандартам качества природной среды, регламентирующим безопасный режим работы производственного объекта и устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы.

Фоновая концентрация – содержание вещества в объекте окружающей среды, определяемое суммой глобальных и региональных естественных и антропогенных вкладов в результате дальнего или трансграничного переноса.

Под фоновой концентрацией для отдельного источника загрязнения атмосферы понимают ее загрязнение, связанное с другими источниками, исключая рассматриваемый.

Значения фоновых концентраций определяются территориальными организациями Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

При расчете веществ одностороннего действия используют специальные таблицы и методику, разработанную Главной геофизической обсерваторией им. А. Воейкова. Расчет ПДВ стационарных источников проводится самим природопользователем, утверждается специально уполномоченными организациями и корректируется не реже одного раза в пять лет. Сведения по ПДВ служат основой для расчета выплат за загрязнение среды данным природопользователем. ПДВ для всего предприятия определяются суммированием ПДВ отдельных источников загрязнения. Сверхнормативные эмиссии влекут за собой экономические и административные санкции.

Для транспортных средств величины ПДВ устанавливаются соответствующими ГОСТами и ОСТами как в виде величин выбросов для данного стандартного испытания, так и в виде пробеговых выбросов на километр пути.

Временно согласованные выбросы (ВСВ) вредных веществ. В случае, если данный природопользователь не может достичь величины ПДВ (по причине очень больших фоновых концентраций или по существенным технологическим факторам) назначаются временно-согласованные выбросы (ВСВ) с обязательным установлением графика их постоянного снижения до ПДВ и разработкой конкретных мер для этого. За основу берутся выбросы на таком уровне, который характерен для

предприятий с наилучшей достигнутой технологией производства при сходных условиях, как по мощности, так и по технологическим процессам. Для максимального снижения выбросов ВВ на предприятиях должны быть использованы наиболее совершенная технология и методы очистки. ВСВ по существу являются свидетельством отказа от нормирования и приводят к ухудшению экологической обстановки

Санитарно-защитные зоны (СЗЗ). Для обеспечения безопасности населения, проживающего вблизи экологически опасных предприятий, создаются санитарные зоны – полосы, отделяющие источники промышленного загрязнения от жилых или общественных зданий, размеры которых с 1996 г. регламентируются СанПин 2.2.1/2.1.1.567 – 96.

Нормативный размер СЗЗ определяется на основе расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе и зависит от мощности источника, характера и количества, выделяемых в окружающую среду ВВ и других факторов в соответствии с санитарной классификацией предприятий. СЗЗ – обязательный элемент любого промышленного предприятия или объекта, являющегося источником химического, биологического или физического воздействия на окружающую среду и здоровье человека.

В зависимости от класса опасности предприятий размеры санитарно-защитной зоны составляют: I класса – 2000 м; II класса – 1000 м; III класса – 500 м; IV класса – 300 м; V класса – 100 м.

Санитарно-защитные зоны предназначены:

- для обеспечения требуемых гигиенических норм содержания в приземном слое атмосферы загрязняющих веществ, уменьшения отрицательного влияния предприятий, транспортных коммуникаций, линий электропередач на население, уменьшения факторов физического воздействия – шума, повышенного уровня вибрации, ультразвука, электромагнитных волн и статического электричества;
- создания архитектурно-эстетического барьера между промышленностью и жилыми районами;
- организации дополнительных озеленений площадей с целью усиления ассимиляции и фильтрации загрязнителей атмосферного воздуха, а также повышения активности процесса диффузии воздушных масс для локального благоприятного влияния на климат.

2.4. Нормирование загрязняющих веществ в водных объектах

Важнейшей задачей в условиях промышленного развития и временной неизбежности отведения (или попадания) отходов в водные экосистемы является установление допустимых нагрузок на водные объекты, в результате *водопользования и водопотребления*.

Водопользование – это использование воды без изъятия ее из мест естественной локализации.

По водному кодексу РФ (1995) различают более 15 видов водопользования, в том числе питьевое, хозяйственно-бытовое, промышленное, энергетическое, сельскохозяйственное, рекреационное и т.д.

Для каждого вида водопользования имеются свои критерии ее пригодности. *Например*, обессоленная вода для теплоэнергетики, маломинерализованная, «мягкая», обладающая высокой прозрачностью вода для целлюлозно-бумажной промышленности, деминерализованная и высокопрозрачная вода для электронной промышленности. В то же время использование воды «низкого» качества с гигиенических позиций не встречает возражений с позиций, например, металлургии в процессах охлаждения чугунных отливок. Свои требования предъявляют к составу и свойствам воды в агрономии и зоотехнике.

Водная среда является *сложной системой*, включающей растворенные, коллоидные и взвешенные химические компоненты, биологические живые объекты, продукты их обмена и отмирания. Выражение «чистая вода» имеет лишь бытовой, обывательский смысл. Ни один из видов водопользования не пользуется критерием «чистоты» воды.

Водопотребление – это использование воды, связанное с изъятием ее из мест локализации с частичным или полным безвозвратным расходом и с возвращением в источники водозабора в измененном (загрязненном) состоянии.

К крупнейшим водопотребителям относятся сельское хозяйство, промышленность и культурно-бытовое хозяйство. Охрана водных объектов от загрязнения осуществляется посредством регулирования деятельности каждого из источников загрязнения.

Особенности нормирования химических веществ в водной среде обуславливаются несколькими факторами.

1) С гигиенических позиций оценивается уровень загрязнения воды, предназначенной для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

2) Нормативы качества воды распространяются не на весь водный объект, а только на пункты водопользования населения.

3) Вода используется населением не только для питья, приготовления пищи, личной гигиены, но и для хозяйственно-бытовых и рекреационных целей. В связи с этим при нормировании учитывается как непосредственное влияние химических загрязнителей на организм (санитарно-токсикологический показатель вредности), так и их влияние на органолептические свойства воды и процессы самоочищения воды водоемов (органолептический и общесанитарный показатель вредности).

4) Для всех водных объектов, используемых населением (поверхностные и подземные воды, питьевая вода, вода систем горячего водоснабжения), устанавливаются единые гигиенические нормативы (ПДК, ОДУ).

Гигиеническое нормирование. В России ПДК вредных веществ в водных объектах нормирована стандартом (ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая») для хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственных видов водопользования.

ПДК вредного вещества в водном объекте – это такая концентрация, при превышении которой вода становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования.

Различают ПДК_В – предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, мг/л. Эта концентрация не должна оказывать прямого или косвенного влияния на органы человека в течение всей его жизни, а также на здоровье последующих поколений и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

ПДК_{В.Р.} – предельно допустимая концентрация вещества в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей, мг/л.

Проблемы гигиенического нормирования и контроля качества питьевой воды заключаются в том, что питьевая вода при любом типе водисточника, способе обработки и конструктивных особенностях водопроводной сети должна отвечать ряду гигиенических требований.

Свойства и состав воды, удовлетворяющей гигиеническим требованиям, должны обеспечивать безвредность и безопасность ее потребления для питьевых и бытовых нужд человека и нужд пищевой промышленности.

Качество воды, получаемой потребителями, должна соответствовать нормативным требованиям и обеспечивается:

- выбором источника питьевого водоснабжения и технологии обработки воды;
- использованием оборудования, материалов, реагентов при наличии на них соответствующих сертификатов;

- осуществлением регулярного производственного контроля за качеством питьевой воды по метрологическим аттестованным и стандартизованным методикам;

- установлением и пересмотром на основе новых научных данных нормативных требований к питьевой воде и источникам питьевого водоснабжения не реже одного раза в 10 лет;

- охраной источников и систем питьевого водоснабжения;

- разработкой типовых и рабочих программ и правил контроля за качеством питьевой воды с учетом местных условий;

- введением органами местного самоуправления по согласованию с органами Государственного санэпиднадзора контроля за качеством питьевой воды при наличии угрозы здоровью людей вследствие опасности ухудшения качества питьевой воды.

В основе гигиенических требований к качеству воды для питьевых и бытовых нужд лежит принцип, ставящий в центр внимания те качества воды, от которых зависят здоровье человека и условия его жизни. Влияние некачественной воды на здоровье может быть непосредственным, проявляющимся в виде инфекционных заболеваний или заболеваний неинфекционной природы и интоксикаций, и косвенным, когда вода вызывает неприятные ощущения, что заставляет человека отказываться от употребления такой воды.

На основе этих представлений в середине 20 в. в гигиене была сформулирована *триада гигиенических требований к качеству питьевой воды*:

- 1) питьевая вода должна быть безопасна в эпидемическом отношении;

- 2) безвредна по химическому составу;

- 3) обладать благоприятными органолептическими свойствами.

Упомянутая триада положена в основу нормативных документов в области контроля качества питьевой воды, начиная с 1954 года.

Безопасность воды в эпидемическом отношении определяется косвенными показателями: количеством микробов в 1мл воды (общее микробное число для питьевой воды – до 100) и содержанием бактерий группы кишечной палочки (палочек Коли) в 1л. Последний параметр носит название Коли-индекса. Для питьевой воды в водопроводе величина индекса может быть до 3, в водоемах зон рекреации – до 10000. Величина, обратная Коли-индексу, носит название Коли-титра (для питьевой воды – не менее 300 мл на одну палочку).

Паразитологические показатели оцениваются количеством патогенных микроорганизмов (от дизентерийных амёб до холерных

вибрионов, вирусов лептоспироза и др.). Они не должны обнаруживаться в 25 л питьевой воды.

Безвредность воды по химическому составу обосновывается по общесанитарному показателю. В качестве ПДК принимается наименьшая концентрация из пороговых уровней, установленных по разным критериям вредного действия. Допустимые концентрации химических веществ, попадающих в водоисточники с бытовыми, промышленными и сельскохозяйственными загрязнениями, не должны превышать нормативов, установленных Минздравом РФ для источников централизованного водоснабжения.

Важным показателем качества питьевой воды является содержание *органических веществ*. Последние обладают свойством разлагаться, в связи с чем используют показатели, характеризующие способность воды окислять органические вещества. Общее количество содержащихся в воде органических веществ характеризуется ее окисляемостью.

Органическое загрязнение воды определяется косвенным путем – по количеству кислорода, необходимого для окисления органических примесей в одном литре воды. Чем больше требуется кислорода, тем грязнее вода. Применяются два показателя: биологическая потребность в кислороде (БПК) и химическая потребность в кислороде (ХПК) за определенное время.

БПК – это количество кислорода, использованного при биохимических процессах окисления органических веществ в аэробных условиях в результате происходящих в воде биологических процессов (исключая процессы нитрификации) за определенное время инкубации пробы (2, 5, 20, 120 суток), мг O_2 /л воды. Различают БПК_П – за 20 суток и БПК₅ – за 5 суток. БПК не должно превышать 3 мг/л при 20 °С.

ХПК – более полная оценка загрязнения, при определении которой вовлекаются в реакцию даже трудноокисляемые органические вещества (в частности, гумус, который придает природной воде желтоватую окраску и снижает ее органолептические качества). Наиболее полное окисление достигается при использовании бихромата калия. ХПК не должно превышать 15 мг/л кислорода.

Величины БПК и ХПК особенно важны при оценке состава сточных вод. По отношению БПК_П /ХПК судят об эффективности биохимического окисления веществ. Если БПК/ХПК меньше 0,5, то сточные воды считаются перенасыщенными трудноокисляемыми (следовательно, трудноудаляемыми) соединениями.

Органолептические свойства воды характеризуются интенсивностью изменения запаха, привкуса, цветности и мутности воды, содержанием химических веществ, которые в наименьших концентрациях ухудшают органолептические свойства воды. Выполнение требований по органолептическим показателям достигается при соответствии показателей установленным нормативам

Органолептические свойства воды во многом связаны с ее кислотностью или щелочностью. Степень кислотности (или щелочности) должна быть не слишком велика, т.е. реакция воды должна быть близка к нейтральной. Это оценивается величиной водородного показателя рН. В питьевой воде рН не должен выходить за пределы 6,5 – 8,5.

В число нормируемых органолептических показателей входят концентрации хлоридов, сульфатов, железа, марганца, меди, цинка, фосфатов, фенола, нефтепродуктов, свободного и связанного хлора, а также показатели жесткости и сухого остатка (табл. 2.7).

Таблица 2.7

Нормативы показателей, влияющих на органолептические свойства питьевой воды

Показатель	Норматив (не более)
Водородный показатель, рН	6–9
Железо, мг/л	0,3
Жесткость общая, мг/экв/л	7
Марганец, мг/л	0,1
Медь, мг/л	1
Полифосфаты остаточные, мг/л	3,5
Сульфаты, мг/л	500
Сухой остаток, мг/л	100
Хлориды, мг/л	350
Цинк, мг/л	5

Новый нормативный акт – СанПиН 2.1.4.559-96 разработанный на основе общепризнанной триады является дальнейшим развитием отечественного физиолого-гигиенического направления в профилактической медицине.

Рыбохозяйственное нормирование. ПДК химических веществ для рыбохозяйственных водоемов в отличие от гигиенического нормирования, устанавливаются в ходе экспериментов на водных организмах с помощью

приемов и методов водной токсикологии.

Одной из главных причин негативных последствий антропогенного загрязнения природных сред является токсичность загрязняющих веществ. *Токсиканты* – вещества или соединения, способные оказывать ядовитое действие на живые организмы. По химической природе вредные вещества (токсиканты) бывают неорганического происхождения (кадмий, ртуть, свинец, мышьяк, никель, бор, марганец, селен, хром, цинк и др.) и органического (нитрозосоединения, фенолы, амины, нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, пестициды, формальдегид, бенз(а)пирен и др.).

Токсичность воды может быть обнаружена с помощью физико-химических и биологических методов, которые условно подразделяются на методы биоиндикации и биотестирования (табл.2.8).

Таблица 2.8

Основные характеристики методов оценки токсичности вод

Признак	Химические Методы	Биологические методы	
		Биоиндикация	Биотестирование
Тип индикации	Индикация Воздействия	Индикация Отклика	Индикация Воздействия
Объект анализа	Вода	Водные сообщества	Вода
Цель анализа	Измерение концентраций химических веществ	Оценка состояния природных сообществ	Интегральная оценка токсичности на тест-организмах
Показатели токсичности	Превышение установленных регламентов	Негативные изменения в сообществах	Развитие патологических изменений у тест-организмов
Регламенты	Предельно допустимые концентрации	Не установлены	Отсутствие острого и хронического токсического действия

Метрологические характеристики	Погрешность, сходимость, воспроизводимость	Не установлены	Сходимость, воспроизводимость
--------------------------------	--	----------------	-------------------------------

Физико-химические методы измерения концентраций загрязняющих веществ в воде позволяют проверить соответствие их установленным нормативам качества воды для конкретных видов водопользования (рыбохозяйственного, рекреационного, питьевого и т.д.). Наиболее приоритетными для химико-токсикологического анализа являются тяжелые металлы (свинец, ртуть, кадмий, медь, никель, кобальт, цинк), обладающие высокой токсичностью и миграционной способностью.

Количественные определения химических веществ представлены арсеналом различных методов: физических (нейтронно-активационный, рентгенофлуоресцентный, масс-спектрометрический); физико-химических методов (атомно-абсорбционный анализ, атомно-эмиссионный метод с индуктивно связанной плазмой, хроматографические, электрохимические и спектрофотометрические методы с использованием органических реагентов различных классов).

В последнее время активно применяются тест-методы на основе классических цветных реакций, позволяющие определять токсиканты на уровне экспресс-анализа с достаточно высокой токсичностью и селективностью.

Химические методы дают информацию об интенсивности воздействия на водную экосистему. Их недостатком является невозможность оценки реальных биологических эффектов как отдельных загрязняющих веществ, так и их комплексов, а также продуктов их трансформации и метаболизма. Кроме того, число химических соединений, загрязняющих водную среду, так велико, что трудно поддается контролю, и перспектива в этом отношении весьма пессимистична. В настоящее время, по оценкам некоторых специалистов, контролируется всего около 0,3 % поступающих в окружающую среду химических веществ.

Методы биоиндикации, которые представляют собой традиционные гидробиологические способы, позволяют получить данные, характеризующие *отклик водных биоценозов* на антропогенное воздействие. В большинстве случаев гидробиологи регистрируют отклик, который формируется за определенный, достаточно длительный промежуток времени. Большинство гидробиологических показателей обладает известной консервативностью и не позволяет выявить возможные

адаптационно-приспособительные изменения в сообществах, отличить межгодовые циклические колебания от влияния антропогенных факторов.

Методы биотестирования, в отличие от биоиндикации, представляют собой характеристику *степени воздействия на водные биоценозы*. С помощью этих методов можно получить данные о токсичности конкретной пробы воды, загрязненной химическими веществами – антропогенными или природного происхождения.

Таким образом, методы биотестирования, будучи биологическими, близки к методам химического анализа вод. В то же время, в отличие от химических методов, они позволяют дать реальную оценку токсических свойств воды или другой среды, обусловленной присутствием комплекса загрязняющих веществ и их метаболитов.

Биотестирование *воды* – это оценка качества воды по ответным реакциям водных организмов, являющихся тест-объектами.

Согласно ГОСТ 27065-85 биотестирование воды – это оценка ее качества по ответным реакциям водных организмов, являющихся тест-объектами. Опыты по установлению ПДК рыбохозяйственных водоемов проводятся с водными организмами, представляющими основные трофические звенья водной экосистемы: с рыбами, кормовыми беспозвоночными, водорослями.

Биотестирование представляет собой классический экспериментальный методический прием, используемый в токсикометрии для разработки нормативов концентраций химических веществ. Параметрами токсичности являются ЛД₅₀ (летальная доза для 50 % тест-организмов) и ЛК₅₀ (летальная концентрация для 50 % тест-организмов). В ходе токсикологических экспериментов определяют параметры острой и хронической токсичности.

Сведения об области применения приемов и методов биотестирования даны в таблице 2.9.

Таблица 2.9

Область применения методов биотестирования для определения токсичности водной среды

Объект биотестирования	Параметры токсичности, норматив	Цель биотестирования	Тест-организм
Химические	Концентрации:	Рыбохозяйственное	Гидробионты.

вещества	ЛК ₅₀ , МНК, ПДК, ОБУВ, ЭК ₅₀	нормирование; контроль токсичности	Стандартный набор тест- организмов
Производственные, технологические и сточные воды (точечные источники загрязнения)	Коэффициент (кратность) разбавления	Оценка эффективности очистки, выявление опасных компонентов, экологическая паспортизация предприятий	Наборы биотестов
Природные воды (неточечные источники загрязнения)	ОТД, ХТД, ЛВ ₅₀	Проверка соответствия качества воды установленным регламентам. Оценка токсикологического состояния водных объектов. Выявление зон экологического бедствия и чрезвычайных ситуаций	Наборы биотестов

* Обозначения параметров токсичности: ЛК₅₀ – летальная концентрация для 50 % тест-организмов; ЭК₅₀ – эффективная концентрация для 50 % тест-организмов; МНК – максимальная недействующая концентрация; ПДК – предельно допустимая концентрация; ОБУВ – ориентировочно безопасный уровень воздействия; ОТД – острое токсическое действие; ХТД – хроническое токсическое действие; ЛВ₅₀ – время гибели 50 % тест-организмов.

Для веществ, которые являются объектом международной торговли, используют унифицированные токсикологические характеристики, в частности токсикологический паспорт, разработанный еще в рамках деятельности стран-членов СЭВ и деятельности ЮНЕП.

Лимитирующий показатель вредности (ЛПВ) используется одновременно с ПДК, но не имеет количественной характеристики и отражает приоритетность требований к качеству воды.

Ввиду многообразия вредных и токсичных веществ в водоемах их объединяют в группы и каждую нормируют по лимитирующему показателю вредности (ЛПВ). Суть лимитирующего показателя вредности (ЛПВ) заключается в том, что загрязнители воды могут оказывать на водные экосистемы и здоровье человека неблагоприятное воздействие нескольких видов, каждое из которых характеризуется своей безопасной концентрацией. То из воздействий, безопасная концентрация для которого минимальна, и является лимитирующим.

В соответствии с Санитарными правилами и нормами «Охрана поверхностных вод от загрязнений» (СанПин 4630-88) установлены две категории водоемов (или их участков):

- а) питьевого и культурно-бытового назначения;
- б) рыбохозяйственного назначения.

Для *хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования* установлены следующие лимитирующие признаки вредности:

1) *общесанитарный* (характеризует влияние, оказываемое вредным веществом на общесанитарное состояние водного объекта, в частности, на скорость протекания процессов естественного самоочищения);

2) *органолептический* (характеризует способность вещества менять свойства воды, обнаруживаемых осязанием и обонянием – запах, привкус, цвет, появление пены).

3) *санитарно-токсикологический* (характеризует токсическое действие вещества на здоровье человека и организмы животных).

Вода не должна иметь на поверхности пленку и содержать различаемых невооруженным глазом водных организмов.

Лимитирующие признаки вредности по органолептическим свойствам питьевой воды приведены в таблице 2.10.

Таблица 2.10
Нормативы органолептических свойств питьевой воды

Показатель	Норматив (не более)
Запах при 20 °С и нагревании до 60 °С, баллы	2
Вкус (привкус) при 20 °С, баллы	2

Цветность, градусы	20
Мутность по стандартной шкале, мг/л	1,5

В *рыбохозяйственном нормировании* по лимитирующему признаку вредности определяются пороги вредного и безвредного действия токсических веществ. ЛПВ характеризуется наименьшей пороговой и подпороговой концентрациями по влиянию на здоровье человека, на органолептические свойства воды, на общесанитарное состояние водного объекта. Именно ЛВП определяет мишень наиболее вероятного влияния химического вещества на водоем или водоток.

В *рыбохозяйственном нормировании* приняты следующие лимитирующие показатели (признаки) вредности:

1) *общесанитарный показатель вредности* включает изменения трофии водоема, снижение концентрации растворенного кислорода, изменение солености, температуры воды, механическое загрязнение твердыми и жидкими веществами.

2) *токсикологический показатель вредности* включает проявления прямого токсического действия на водные организмы – нарушение функций дыхания, питания, размножения, функции нервной системы, фотосинтеза водных растений и водорослей, обжигающее действие (нарушение покровов тела, целостности мембран и т.д.).

3) *рыбохозяйственный показатель вредности* – это порча качеств рыбы и других промысловых видов, накопление в них токсичных веществ, опасных для человека и домашних животных, накопление возбудителей заболеваний.

Ниже приводится ПДК и ЛПВ ряда загрязняющих веществ в водных объектах (табл. 2.11).

Таблица 2.11

Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых веществ в воде, мг/л

Вещество	Хозяйственно-бытовые источники		Рыбохозяйственные водоемы	
	ПДК	ЛПВ*	ПДК	ЛПВ*
Сульфаты (по SO ₄)	500	Орг.	100	Орг.
Нитраты (по NO ₃)	45	С.-т.	40	С.-т.
Нитриты (по NO ₂)	3,3	С.-т.	0,08	токс.
Аммиак (по азоту)	2,0	С.-т.	0,39	токс.

Медь	1,0	Орг.	0,001	токс.
Железо	0,3	Орг.	0,1	токс.
Нефтепродукты	0,3	Орг.	0,05	р.-х.
Марганец	0,1	Орг.	0,01	токс.
Свинец	0,03	С.-т.	0,1	токс.
Фенол	0,001	Орг.	0,001	р.-х.
Ртуть	0,0005	С.-т.	0,00001 (отсутствие)	токс.

* ЛПВ – лимитирующий показатель вредности: орг. – органолептический; с.-т. – санитарно-токсикологический; токс. – токсикологический; р.х. – рыбохозяйственный.

Предельно допустимый сброс (ПДС). Аналогично выбросам в атмосферу, сбросы сточных вод нормируются с использованием величины (ПДС). Величину ПДС рассчитывают как величину массы загрязняющих веществ, сброшенных в составе сточных вод за определенное время, которая не приведет к превышению нормативов концентраций загрязняющих веществ в «приемных» водах (водном объекте).

$$ПДС = q_{ст} * C_{ст}$$

где $q_{ст}$ – расход сточных вод, м³/ч;

$C_{ст}$ – концентрация вещества в сточной воде, г/м³.

ПДС устанавливается для каждого предприятия или любого другого источника загрязнения.

На основе использования расчетных величин ПДС в Российской Федерации устанавливаются *лимиты водоотведения*. Лимиты водоотведения устанавливаются для водопользователей на определенный срок специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей природной среды, а по подземным водным объектам – и с государственным органом управления использованием и охраной недр.

Предельно допустимая нагрузка (ПДН) на водный объект. Степень предельно допустимого загрязнения воды в водном объекте, зависящая от его физических особенностей и способности к нейтрализации примесей, рассматривается как *предельно допустимая нагрузка*.

В общем случае допустимая нагрузка на водоем при его загрязнении определяется в соответствии с «Правилами охраны поверхностных вод. Типовые положения, 1991».

Различают отраслевые и региональные ПДН нагрузки на окружающую среду. Отраслевые ПДН оперируют отдельными видами природных ресурсов. Региональные ПДН разрабатываются с учетом хозяйственной деятельности или рекреационной нагрузки на природные комплексы. *Например*, известные нормы допустимых воздействий на экосистему Байкала устанавливают ограничения на использование его водных ресурсов, рыбных запасов, лесных богатств, на развитие хозяйственной деятельности.

Нормативы санитарных и защитных зон устанавливаются с целью охраны водоемов от загрязнений. Для поддержания благоприятного гидрологического режима, улучшения санитарного состояния, рационального использования водных ресурсов и сохранения генофонда кормовых растений на пойменных лугах вокруг каждой реки, озера или водохранилища создают водоохранную зону, размер которой зависит от геофизических, геоботанических, почвенных, гидрологических и других условий.

Минимальная ширина зоны, устанавливаемая для рек от среднесуточного уреза воды в летний период по длине реки от истока, приведена в таблице 2.12.

Таблица 2.12

Характеристика водоохраной зоны

Длина реки до....., км	10	50	100	200	500	>500
Ширина зоны, м	15	100	200	300	400	500

В водоохраной зоне строго воспрещаются:

- авиационно-химические работы;
- применение ядохимикатов, пестицидов и дефолиантов;
- использование навозных стоков для удобрения;
- размещение складов ядохимикатов, минеральных удобрений, горюче-смазочных материалов, складирование навоза, мусора, отходов производства;
- устройство животноводческих комплексов и ферм;
- вырубка лесов;

- стоянка и заправка топливом, мойка и ремонт автотранспортных средств, устройство взлетно-посадочных полос и площадок для авиационно-химических работ;

- вымочка кож, льна, конопли.

Минимальная ширина прибрежной зоны для реки устанавливается в зависимости от средне-многолетнего уреза воды в летний период и уклона до 15 °С–25 м; до 20 °С –35 м; более 30 °С–50 м.

2.5. Нормирование загрязняющих веществ в литосфере (почве)

Почва представляет собой сложную малодинамичную систему, меняющуюся на небольших климато-ландшафтных территориях и в условиях промышленного развития подвергающаяся наиболее сильному антропогенному воздействию и загрязнению.

Самоочищение почвы практически не происходит или происходит очень медленно, в результате происходит накопление токсических веществ, что способствует постепенному изменению химического состава почв, нарушению единства геохимической среды и живых организмов.

Под химическим загрязнением почвы понимают изменение химического состава почвы в результате антропогенной деятельности, способное вызвать ухудшение ее качества.

Особенности гигиенического нормирования содержания вредных веществ в почве заключаются в следующем.

1. Не всякое поступление экзогенных химических веществ в почву следует рассматривать как опасное для здоровья человека и окружающей среды.

2. Безопасность поступления химических веществ в почву определяется недопустимостью превышения адаптационной возможности самых чувствительных групп населения или порога экологической (самоочищающей) способности почвы.

3. Установление норматива основывается на данных, полученных в экстремальных почвенно-климатических условиях (максимальная миграция вещества в контактирующей с почвой среды) с учетом влияния на процессы самоочищения и микробиоценоза.

4. Гигиенические нормативы устанавливаются с учетом лимитирующего показателя вредности: общесанитарного, миграционного водного, воздушного (переход из почвы в воду или воздух) органолептического, фитоаккумуляционного (переход и накопление в растениях) и санитарно-токсикологического. Санитарно-

токсикологический показатель учитывает возможность поступления веществ, содержащихся в почве, в организм человека одновременно несколькими путями: с пылью, вдыхаемым атмосферным воздухом, питьевой водой, продуктами питания и др.

5. Если учитывать чрезвычайную вариабельность климатогеографических условий формирования почв, то экспериментально обоснованную ПДК можно рассматривать как эталонную величину отсчета, используемую для оценки опасности загрязнения почвы в конкретных почвенно-климатических условиях.

Понятие *предельно допустимой концентрации* для почвы несколько отличается от такового для других сред.

ПДК_П – предельно допустимая концентрация химического вещества в пахотном слое почвы (мг/кг), которое не должно вызвать прямого или косвенного отрицательного влияния на соприкасающуюся с почвой среду и здоровье человека, а также на самоочищающуюся способность почвы.

Таким образом, предельно допустимые концентрации экзогенного химического вещества в почве – это максимальное его количество (в мг/кг пахотного слоя абсолютно сухой почвы), установленное в экстремальных почвенно-климатических условиях, которое гарантирует отсутствие отрицательного прямого или опосредованного через контактирующие с почвой среды воздействия на здоровье человека, его потомство и санитарные условия жизни.

Так, *например*, ПДК *пестицидов в почве* представляет собой максимальное содержание остатков пестицидов, при котором они мигрируют в сопредельные среды в количествах, не превышающих гигиенические нормативы, а также не влияют отрицательно на биологическую активность самой почвы. В случае отсутствия ПДК_П оценка производится сопоставлением содержания химических веществ в загрязненных (исследуемых) и контрольных образцах почвы.

Принципиальная схема гигиенического нормирования предусматривает обоснование пороговых концентраций вещества по шести показателям вредности.

1. *Органолептический показатель вредности* – изменение запаха, привкуса, пищевой ценности фитотест-растений, а также запаха атмосферного воздуха, вкуса, цвета и запаха воды.

2. *Общесанитарный показатель вредности*. Характеризует влияние вещества на самоочищающую способность почвы и почвенный микробиоценоз в количествах, не изменяющих указанные процессы.

3. *Транслокационный (фитоаккумуляционный) показатель вредности.* Характеризует способность вещества переходить из пахотного слоя почвы через корневую систему растений и накапливаться в его зеленой массе и плодах в количестве, не превышающем ПДК для данного вещества в пищевых продуктах.

4. *Воздушно-миграционный показатель вредности.* Характеризует способность вещества переходить из пахотного слоя почвы в атмосферный воздух.

5. *Водно-миграционный показатель вредности.* Характеризует способность вещества переходить в поверхностные водоисточники в количестве, не превышающем ПДК для данного вещества в пищевых продуктах.

6. *Санитарно-токсикологический показатель вредности.*

Сведения по ПДК ряда веществ по нескольким лимитирующим показателям приведены в таблице 2.13.

Таблица 2.13

ПДК некоторых веществ в почве, мг/кг

Вещество	ПДК	Лимитирующий показатель вредности
Бензапирен	0,02	Общесанитарный Воздушно-миграционный Общесанитарный Транслокационный
Бензин	0,1	
Ванадий	150	
Мышьяк	2	
Ртуть	2,1	Общесанитарный
Свинец	32	
Кобальт	5	
Медь	3	
Полихлорбифенилы (сумма)	0,06	

Помимо ПДК в нормировании воздействий используют временный норматив – *предельно ориентировочно допустимое количество (ОДК)*, которое получают расчетным путем. ОДК пересматривают каждые три года или заменяют на ПДК.

ПДК и ОДК химических веществ для почвы разработаны и утверждены

в Российской Федерации примерно для 200 веществ. Они служат критерием для классификации почв по влиянию почв по влиянию на них

загрязняющих веществ, а также для ранжирования загрязняющих веществ на классы опасности для почв.

Загрязнение тяжелыми металлами почв – наиболее актуальная задача охраны литосферы. В настоящее время для приоритетных тяжелых металлов установлены ориентировочно допустимые количества (ОДК) их содержания в почвах, которые используются вместо ПДК (табл. 2.14).

Таблица 2.14

ОДК (ПДК) тяжелых металлов в почве, мг/кг

Металл	ОДК (ПДК)	Форма элемента
Мышьяк	2,0	Валовое содержание
Ртуть	2,1	Валовое содержание
Свинец	32,0	Валовое содержание
Свинец + ртуть	20,1 + 1,0	Валовое содержание
Хром (IV)	0,05	Валовое содержание
Марганец	1500	Валовое содержание
Марганец + ванадий	1000 + 100	Валовое содержание
Сурьма	4,5	Валовое содержание
Медь	3,0	Подвижные соединения
Никель	4,0	Подвижные соединения
Цинк	2,3	Подвижные соединения
Кобальт	5,0	Подвижные соединения
Хром	6,0	Подвижные соединения

Примечание: утверждены приказами органов здравоохранения № 1968-79; 25546-82; 3210-85 и 4433-87

Санитарные показатели. Для всех видов земель единого государственного земельного фонда проводится контроль санитарного состояния почв.

Под санитарным состоянием почвы понимают совокупность физико-химических и биологических свойств почвы, определяющие ее безопасность в эпидемиологическом и гигиеническом отношении.

Цель контроля – предупреждение загрязнения почв бытовыми и промышленными выбросами и отходами, а также веществами, целенаправленно применяемыми в сельском и лесном хозяйстве.

В перечень контролируемых показателей входят санитарно-бактериологические, санитарно-гельминтологические и санитарно-энтомологические показатели: санитарное число (отношение азота белкового к общему органическому азоту); показатели концентраций аммонийного и нитратного азота, концентрации хлоридов, остаточных количеств пестицидов и других загрязняющих веществ (тяжелых металлов, нефти и нефтепродуктов, фенолов, сернистых соединений); канцерогенов; радиоактивных веществ; макро- и микроудобрений; термофильных бактерий; бактерий группы кишечной палочки; патогенных микроорганизмов; яйца и личинки гельминтов и мух.

Перечень показателей для разных видов землепользования – населенных пунктов, курортов и зон отдыха, зон источников водоснабжения, территорий предприятий, сельхозугодий и лесов – различен.

В чистых почвах организмы, характеризующие санитарно-бактериологические показатели, отсутствуют. Напротив, их присутствие в почве указывает на специфическое органическое, фекальное и другие виды загрязнения.

В отличие от других сред, информация об антропогенном загрязнении почв не всегда поддается оценке, поскольку нормативы концентраций загрязняющих веществ в почве разработаны для весьма ограниченного набора веществ. На территориях, охваченных наблюдениями за уровнем загрязнения почв 1-ой категории (почвы сельскохозяйственных районов) и 2-ой категории (почвы в районах промышленно-энергетических объектов) определяют, как правило, ряд основных показателей: кислотность, сульфат- и хлорид-ионы, общий и подвижный азот и фосфор, микробиологические показатели.

Показатели санитарного состояния почв используются не только по прямому назначению, но и для оценки пригодности нарушенного плодородного слоя почвы для землепользования.

Биологические показатели. Степень загрязненности почв зависит как от антропогенной нагрузки, так и от других факторов: способности почв к самоочищению, разложению и трансформации загрязняющих веществ в ходе минерализации и гумификации. Такой биологический фактор, как способность к самоочищению, определяется прежде всего активностью почвенной микрофлоры и почвенных животных, физико-химических условий и свойств почвы.

Антропогенные воздействия (внесение удобрений, обработка пестицидами, режим мелиорации и иссушение), а также факторы

окружающей среды (температура, осадки, топография территории), влияют на активность почвенной микрофлоры и фауны. В разрушении химических веществ в почве участвуют различные группы организмов, в том числе бактерии, грибы, актиномицеты, растения. Последние поглощают и перерабатывают загрязняющие вещества в ходе своего метаболизма.

В экологических исследованиях почв используют различные биологические показатели: «дыхание», показатели целлюлозоразлагающей активности, активность ферментов (уреазы, дегидрогеназы, фосфатазы), численность грибов, дрожжей и др.

Признаком биологической деградации (в результате токсического воздействия) является снижение уровня активной микробной массы; изменение показателя дыхания почвы.

В качестве комплексного показателя загрязнения почвы рекомендуется использовать показатель фитотоксичности.

Фитотоксичность – тестовый интегральный показатель, который понимается как свойство загрязненной почвы подавлять прорастание семян, рост и развитие высших растений. При биотестировании снижение числа проростков семян по сравнению с контрольной серией считается показателем фитотоксичности почвы.

2.6. Оценка опасности химических веществ в различных средах

В различных сферах природопользования используются классы опасности, в которых учтены особенности влияния и поведения химических веществ в соответствующих средах.

Рыбохозяйственные водоемы. Оценка опасности химических соединений для рыбохозяйственных водоемов проводится на основе анализа и учета токсикологических параметров (параметров токсичности), величин предельно-допустимых концентраций (ПДК), способности к материальной кумуляции и характеристик «поведения» вещества в водоеме. Отнесение к классу опасности проводится по любому из указанных признаков.

Под *поведением химического вещества в окружающей среде* понимают свойства вещества изменять свою структуру и химические характеристики, вступать во взаимодействие с различными компонентами окружающей среды, сохраняться в неизменном виде, а также сохранять стабильность биологически активных метаболитов, мигрировать в данной среде на определенные расстояния или мигрировать в сопредельные среды.

По поведению в водном объекте вещества могут быть подразделены на 3 группы:

1) практически не трансформируемые в водоеме (*например, хлористый натрий*);

2) вещества, метаболиты которых, вступая в сложные соединения с природными компонентами, в основном органическими, меняют характер и интенсивность воздействия на биоту; токсичность при этом может возрастать;

3) подвергающиеся деградации в природных водах до простых соединений; их метаболиты могут быть более токсичны, чем исходные вещества, а конечные продукты распада могут выходить из круговорота вещества или включаться в него.

Поведение вещества в водном объекте характеризуется также сроками его разрушения (стабильностью).

В рыбохозяйственном водопользовании выделено 4 класса опасности загрязняющих воду веществ:

1 класс – чрезвычайно опасные;

2 класс – высоко опасные;

3 класс – опасные;

4 класс – умеренно опасные.

В четвертом классе выделен подкласс 4а – экологические загрязняющие вещества.

Классификации веществ по этим характеристикам приводятся в таблицах 2.15, 2.16.

Таблица 2.15

Классификация загрязняющих воду химических веществ по токсикологическим параметрам

Группа	Токсичность	ЛК ₅₀ за 96–120 часов, мг/л	Рыбохоз. ПДК мг/л	Отношение ЛК ₅₀ / ПДК
1	Очень высокая	менее 0,01	менее 0,0001	100
2	Высокая	1,0–0,01	0,01–0,0001	100
3	Средняя	10–1,0	0,1–0,01	50
4	Умеренная	100–10,0	10,0–0,1	10
5	Малая	1000–100	200–100	5
6	Очень малая	более 1000	более 200	Менее 5

Таблица 2.16

**Классификация загрязняющих воду химических веществ
по способности к материальной кумуляции**

Группа	Кумуляция	Отношение концентраций в организме и воде
1	Сверхвысокая	более 1000
2	Высокая	200/1000
3	Умеренная	51–200
4	Небольшая	1,1–50
5	Отсутствует	1,0 и менее

К *первому классу опасности* отнесены вещества, лимитируемые по токсикологическому и рыбохозяйственному ЛПВ (накопление в рыбе и промысловых гидробионтах, опасное для человека и домашних животных). Этот класс представлен исключительно ксенобиотиками. ПДК вещества этого класса ниже 0,00001 мг/л, они обладают высокой или сверхвысокой материальной кумуляцией, стабильность вещества и вредных продуктов его распада составляет более 180 суток при 20 °С.

Ко *второму классу опасности* относятся вещества, представленные ксенобиотиками. ПДК от 0,0001 до 0,00001 мг/л. Это вещества с умеренной кумуляцией, в отдельных случаях – со слабой. Стабильность веществ и метаболитов – 60–180 суток при 20 °С.

К *третьему классу опасности* отнесены вещества с ПДК 0,01–0,0001 мг/л. Могут быть как ксенобиотиками, так и веществами природного происхождения (*например*, сероводород, сульфиды). Сюда же относятся вещества со слабой материальной кумуляцией. Стабильность менее 60 суток при 20 °С.

К *четвертому классу опасности* относятся загрязняющие вещества, ПДК которых выше 0,01 мг/л, не обладающие кумулятивными свойствами, лимитируемые по любому ЛВП. Представлены частично ксенобиотками

(обычно биологически инертными), в значительной степени веществами природного происхождения. Стабильность менее 10 суток при 20 °С.

Отнесение веществ к классам опасности проводится с учетом типа рыбохозяйственного водного объекта.

Сведения по классам опасности химических веществ для воздушной среды. Определение класса опасности веществ для воздушной среды используется при обосновании системы профилактических защитных мероприятий. При определении классов опасности используется ряд показателей:

- сведения по ПДК веществ в воздухе рабочей зоны;
- устанавливаются летальные (смертельные) концентрации или дозы (ЛК₅₀ и ЛД₅₀), при которых наблюдается гибель половины подопытных животных;
- ряд других токсикометрических характеристик, включая коэффициент возможного ингаляционного отравления (КВИО) (табл. 2.17).

Таблица 2.17

Классы опасности химических загрязняющих веществ в зависимости от некоторых токсикометрических характеристик

Показатели	Класс опасности			
	I	II	III	IV
	чрезвычайно опасные	высоко опасные	умеренно опасные	малоопасные
ПДК _{РЗ} , мг/м ³	< 0,1	0,1–1	1–10	> 10
ЛД ₅₀ (введение внутрь), мг/кг	< 15	15–150	150–5000	> 500
ЛД ₅₀ (вдыхание), мг/л	< 100	100–500	500–2500	> 250
ЛК ₅₀ , мг/л	< 0,5	0,5–5	5–50	50
КВИО	< 300	300–30	30–3	< 3

С позиции экологии предельно допустимые концентрации конкретного вещества представляют собой верхние пределы лимитирующих факторов среды (в частности химических соединений), при которых их содержание не выходит за допустимые границы экологической ниши человека.

Сведения по классам опасности химических веществ для почв. В практике мониторинга почв наиболее распространенным подходом

остается анализ уровней концентраций токсичных соединений, прежде всего пестицидов.

При проведении контроля почв используют классификацию, предусматривающую разделение загрязняющих веществ на три класса по степени опасности:

- 1 класс – вещества высоко опасные;
- 2 класс – вещества умеренно опасные;
- 3 класс – вещества мало опасные.

Класс опасности устанавливают не менее чем по трем показателям из перечня, приведенного в таблице 2.18.

Таблица 2.18

**Классы опасности загрязняющих почвы веществ
для почвы**

Показатель	Нормы для классов опасности:		
	1-го	2-го	3-го
Токсичность, ЛД ₅₀	до 200	200–1000	свыше 1000
Персистентность в почве, мес.	свыше 12	6–12	менее 6
ПДК в почве, мг/кг	менее 0,2	0,2–0,5	свыше 0,5
Миграция	мигрирует	слабо мигрирует	не мигрирует
Персистентность в растениях, мес.	3 и более	1–3	менее 1
Влияние на пищевую ценность сельхозпродукции	сильное	умеренное	нет

К первому классу опасности отнесены пестициды: атразин, ГХЦГ, ДНОК, ДДТ, метафос, севин и др.; ко второму – далапон, карбофос, кельтан, нитрафен, пропанид, симазин, хлорофос и др.; к третьему классу – дилор, поликарбацин, прометрин, цинеб и др.

Концентрации пестицидов в почве представляют собой результат наложения таких процессов, как адсорбция, десорбция, испарение, перенос с грунтовыми водами, химические и микробиологические превращения и т.д. Продукты разложения пестицидов долго удерживаются в окружающей среде, причем некоторые метаболиты, не всегда определяемые при химическом анализе, могут быть более токсичными, чем сам пестицид.

Часто обработка пестицидом оказывается нерезультативной

вследствие привыкания (адаптации) к нему вредных животных и растений. Известно, что первоначально высокая эффективность многих инсектицидов быстро упала, и нормы расхода препаратов пришлось сильно увеличить. В результате загрязненность почв и сельхозпродукции остатками пестицидов резко возросла.

Значительное негативное воздействие на окружающую среду оказывают *химические отходы*, большинство из которых токсичны для человека.

Классы опасности веществ, попадающих в почву с выбросами, сбросами отходами приведены в таблице 2.19.

Таблица 2.19

**Классы опасности различных химических веществ,
попадающих в почву из выбросов, сбросов и отходов**

Класс опасности	Химическое вещество
I	Мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен;
II	Бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром;
III	барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон.

Главными агентами детоксикации в почве являются микроорганизмы. Поэтому *биологические методы*, в частности связанные с деятельностью микроорганизмов, получили большое распространение. Однако жизнедеятельность микроорганизмов также подвержена влиянию вносимых в почву пестицидов, причем направленность и характер влияния зависят от многих факторов, которые трудно учесть.

Проблемы, связанные с необходимостью контроля реальной ситуации с пестицидным загрязнением сельхозугодий, заставляет наряду с химическим анализом внедрять новые подходы к контролю опасности пестицидного загрязнения. В настоящее время получил распространение метод контроля фитотоксичности почв на основе биотестирования на проростках растений.

Предлагается также проводить контроль токсического загрязнения почв, а также сельхозпродукции, с использованием биотестов на гидробионтах. Последние обладают высокой чувствительностью к

загрязняющим веществам, что позволяет выявить их концентрации на уровне и ниже ПДК.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под нормированием качества окружающей природной среды? Перечислите показатели, положенные в основу нормативов качества среды.

2. Проанализируйте принципы, лежащие в основе гигиенического нормирования химических веществ в производственной и окружающей среде.

3. Приведите классификацию стандартов в области охраны природы.

4. Проанализируйте основные положения, на которых базируется методология гигиенического нормирования атмосферных загрязнений.

5. Подберите примеры и охарактеризуйте ПДК веществ различного класса опасности, с помощью которых осуществляется нормирование загрязняющих веществ в воздухе населенных пунктов и рабочей зоны.

6. Расшифруйте на конкретных примерах эффект суммации загрязняющих веществ для воздушной среды.

7. Приведите последовательность расчета ПДВ для стационарных и передвижных источников загрязнения.

8. Дайте определения и приведите примеры водопользования и водопотребления.

9. Проанализируйте триаду гигиенических требований к качеству питьевой воды.

10. Расшифруйте приемы и методы биотестирования и биоиндикации для определения загрязненности водной среды.

11. Дайте характеристику лимитирующим показателям (признакам) вредности, принятым в рыбохозяйственном нормировании

12. Приведите последовательность расчета величин ПДС.

13. Проанализируйте особенности гигиенического нормирования содержания вредных веществ в почве. Укажите по каким показателям вредности обосновывается гигиеническое нормирование пороговых концентраций вещества в почве.

14. На основании каких параметров и какие классы опасности выделяются в рыбохозяйственном водопользовании?

15. Какие показатели используются при определении класса опасности химических веществ для воздушной среды? Приведите сведения по классам опасности химических веществ для воздушной среды.

16. Какая классификация разделения загрязняющих веществ по степени опасности используется при проведении контроля почв?

17. Приведите примеры и укажите классы опасности химических веществ, попадающих в почву с выбросами, сбросами и отходами и принадлежащих к различным классам опасности.

ЛЕКЦИЯ № 7

Территориально промышленные комплексы (ТПК). Государственная политика России в области обеспечения безопасности территории

При реализации государственной политики России в области обеспечения техногенной и экологической безопасности территорий необходимо опираться на сложившиеся в развитых странах принципы природоохранной деятельности. К этим принципам относятся:

1) *запреты на действия*, усугубляющие экологическую опасность на любом территориальном уровне, *например*, запрет на освоение ненарушенных территорий, запрет на хозяйственную деятельность, экологические последствия которой являются непредсказуемыми, запрет на выброс в окружающую среду определенных веществ и т.п.;

2) *территориальная компенсация*, заключающаяся в том, что при вовлечении в хозяйственное использование или при других нарушениях естественных участков территорий обязательна компенсация путем восстановления ранее нарушенной территории при условии создания равноценной или более продуктивной биоты;

3) *наращивание охраняемых территорий*, являющихся по мировым стандартам наименее загрязненными территориями – государственные природные заповедники и заказники, национальные природные парки, курортные и лечебно-оздоровительные зоны, памятники природы и особо ценные лесные массивы;

4) *предупреждение ущерба*, т.е. проведение мероприятий по предупреждению еще не начавшихся, но ожидаемых в результате хозяйственной или иной деятельности нарушений окружающей среды с целью их полного предотвращения или ограничения минимально допустимыми;

5) *согласованность любой хозяйственной деятельности и проводимых природоохранных мероприятий с основными стратегическими задачами экологической безопасности и устойчивого развития;*

6) *обязательность оценки воздействия на окружающую среду различных видов текущей и потенциальной хозяйственной и иной деятельности и их экологической экспертизы;*

7) *декларирование безопасности проектируемых и действующих промышленных и других объектов и их готовности к локализации и ликвидации чрезвычайных ситуаций;*

8) *разрешительность, то есть получение разрешения на любой вид деятельности, ведущей к нарушениям и деформациям окружающей среды;*

9) *обязательное предупреждение общественности, граждан и властных органов о тех или иных действиях, технологиях, веществах, могущих привести к нарушениям окружающей среды и ухудшению здоровья людей;*

10) *обязательность регистрации новых веществ, особо опасных веществ, биотехнологий, технологий генной инженерии и т.д.*

11) *экологическое нормирование использования территорий, изъятия природных ресурсов, выбросов вредных веществ и т.д.;*

12) *платность природных ресурсов с учетом их экологической значимости;*

13) *ответственность за ущерб, нанесенный окружающей среде, в том числе материальный;*

14) *свободный доступ населения, общественности, средств массовой информации и природоохранных органов к экологической информации о нарушениях окружающей среды;*

15) *научная обоснованность природоохранных мероприятий;*

16) *обязательность согласования международных действий.*

Современная система обеспечения экологической безопасности территорий состоит из трех основных блоков (подсистем), логически дополняющих друг друга:

- комплексная экологическая оценка территории;
- подсистема экологического мониторинга;
- подсистема управленческих решений.

Первый блок представляет собой *комплексную экологическую оценку территории*, которая включает районирование оцениваемой территории по природным свойствам компонентов окружающей среды с точки зрения их устойчивости к антропогенному воздействию и по степени

загрязненности природных компонентов окружающей среды. Кроме того, определяется структура и интенсивность антропогенного воздействия на окружающую среду.

Второй блок представляет собой подсистему *экологического мониторинга*. С ее помощью осуществляют контроль воздействия объектов техносферы на окружающую среду, оценку соответствия качества компонентов окружающей среды установленным нормативам и определение тенденций в изменении параметров качества компонентов окружающей среды.

Третий блок представляет собой подсистему *управленческих решений*, которые принимают соответствующие контролирующие и управляющие государственные органы для оптимизации антропогенной нагрузки на окружающую среду и оздоровления среды населения и биоты в целом. Без данного блока система экологической безопасности практически теряет смысл, поскольку изучение природных свойств компонентов окружающей среды и определение параметров их качества в режиме мониторинга без управленческих решений не принесут улучшения экологической системы на контролируемой территории.

Характеристика системы экологической безопасности территорий приведена в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Характеристика системы экологической безопасности территорий

Элемент системы экологической безопасности территорий	Функции элемента системы экологической безопасности территорий
Комплексная экологическая оценка территории	Составление и ведение кадастра природных ресурсов Определение видов и структуры антропогенной нагрузки Составление и ведение кадастра загрязненных площадей
Экологический мониторинг	Нормирование воздействий на окружающую среду Контроль источников воздействия на окружающую среду

Управленческое решение	Формирование экологической политики Предупреждение проявления антропогенных факторов экологической опасности Минимизация последствий проявления природных факторов Разработка и совершенствование природоохранного законодательства

Любая хозяйственная и иная деятельность на территориях должна регламентироваться государством с позиций обеспечения экологической безопасности.

3.2. Критерии экологической оценки состояния территории

До настоящего момента не существует единых критериев оценки экологического состояния территории. Одним из предлагаемых интегральных критериев является *индекс концентрации*, под которым понимается определенная концентрация вредных веществ с учетом весовых коэффициентов отражающих степень их токсичности.

По значениям величин индекса концентраций экологическую обстановку на территории принято подразделять на 5 видов по возрастанию степени их неблагоприятия:

1. *Относительно удовлетворительное, благополучное экологическое состояние* территории принимается за «фон» (условная норма) в регионе. Экологическое благополучие оценивается с позиций качества среды обитания и здоровья населения и состояния окружающей природной среды. Для этой зоны характерен рост продолжительности жизни и снижение заболеваемости населения.

В сравнении с экологически благополучными районами, существуют регионы неблагоприятные по экологическому состоянию, где во много раз превышены вероятность проявления негативных изменений в экосистемах, а также вероятность истощения природно-ресурсного потенциала, и как следствие, величины риска потери здоровья и жизни для человека. Эти регионы получили название *зон повышенного экологического риска*.

К зонам повышенного экологического риска относят территории с напряженной, критической, кризисной и катастрофической экологической ситуацией

2. К зонам напряженной экологической ситуации относят территории, в пределах которых скорость антропогенных нарушений превышает темпы самовосстановления природы и существует угроза коренного, но еще обратимого изменения природных систем. Показатели здоровья населения (заболеваемость детей и взрослых, число психических отклонений и др.) в этих регионах достоверно выше нормы, ранее существовавшей в данном месте или в аналогичных местах страны и мира, не подвергающихся выраженному антропогенному воздействию рассматриваемого типа.

3. В зонах критической обстановки наблюдается напряженное состояние взаимоотношений между обществом и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в обществе ресурсно-экологическим возможностям биосферы.

Наибольшую экологическую опасность представляют территории с чрезвычайной (кризисной) экологической ситуацией и территории с неблагоприятной (катастрофической) экологической обстановкой.

К зонам чрезвычайной экологической ситуации относят территории, где в результате хозяйственной или иной деятельности происходят отрицательные изменения окружающей среды, угрожающие здоровью населения, состоянию естественных экологических систем, генетических фондов растений и животных. Этот тип территории подвержен внезапному, острому и кратковременному воздействию, требующему оперативной ликвидации последствий.

4. К зонам экологического бедствия относят территории, где в результате хозяйственной либо иной деятельности произошли глубокие необратимые изменения окружающей природной среды, повлекшие за собой существенное ухудшение здоровья населения, нарушение природного равновесия, разрушение естественных экологических систем, деградацию флоры и фауны.

Данный тип территории, характеризуется длительным, многофакторным воздействием, в результате которого происходит устойчивое изменение в окружающей среде, угрожающее здоровью населения (ухудшение здоровья населения, увеличение общей и детской смертности).

5. В Законе РФ об окружающей среде для зоны экологического бедствия используется термин *катастрофической экологической обстановки в регионе*, под которым понимают высшую степень экологического неблагополучия в каком-либо регионе страны.

При определении указанных выше зон имеется в виду, что необратимые изменения происходят в течение относительно короткого промежутка времени, соответствующего продолжительности жизни одного поколения людей.

Медико-демографические показатели. *Составляют основу оценки состояния здоровья людей* на территории с неблагоприятной экологической обстановкой. *К числу этих показателей относятся:* заболеваемость, детская смертность, медико-генетические нарушения, специфические и онкологические заболевания, связанные с загрязненной окружающей средой. Основные медико-демографические показатели указаны в таблице 3.2.

Таблица 3.2

**Основные медико-демографические показатели
состояния здоровья населения, используемы при оценке
экологического состояния территории**

Наименование показателя	Кратность превышения по сравнению с контрольной территорией	
	для зоны экологического бедствия	для зоны чрезвычайной экологической ситуации
Увеличение детской смертности (младенческой – в возрасте до 1 года и детской – в возрасте 1–4 года)	в 1,5 раза и более	от 1,3 до 1,5 раза
Медико-генетические показатели (увеличение частоты врожденных пороков развития новорожденного и спонтанных выкидышей)	в 1,5 раза и более	от 1,3 до 1,5 раза
Изменения заболеваемости детей и взрослых (увеличение распространенности по отдельным нозологическим формам и возрастным группам, изменение структуры заболеваемости)	в 2 раза и более	от 1,5 до 2 раз

Онкологические заболевания (заболеваемость и смертность), в том числе злокачественные новообразования у детей	в 2 раза и более	от 1,5 до 2 раз
Специфические заболевания, этиологически связанные с характером загрязнения территорий	наличие таких заболеваний	наличие таких заболеваний

Показателями ухудшения здоровья населения являются изменение структуры причин смерти и увеличение смертности за счет онкологических заболеваний, врожденных пороков развития, появление специфических заболеваний, вызванных загрязнением окружающей среды, отклонений физического и нервно-психического развития, нарушений течения и исхода беременности и родов, связанных с загрязнением окружающей среды.

Кроме вышеперечисленных основных показателей, для оценки состояния здоровья населения может быть использован целый ряд дополнительных показателей, таких как увеличение нарушений репродуктивной функции женщин, снижение средней продолжительности людей, изменение иммунного статуса, некоторые генетические нарушения и др.

3.3. Оценка территории с чрезвычайной экологической ситуацией

Согласно разделу 8 закона «о чрезвычайных экологических ситуациях» устанавливается, что участки территории РФ, где в результате хозяйственной или иной деятельности происходят устойчивые отрицательные изменения в окружающей природной среде, угрожающие здоровью населения, состоянию экологических систем генетических фондов растений и животных объявляются **зонами чрезвычайной экологической ситуации**.

Для того, чтобы определить относится ли данная ситуация к чрезвычайной ситуации разработано 7 типов критериев по 18 параметрам, дающая качественное описание критериев. Критерии обладают свойством системности, т.е. наличие одновременно всей их совокупности позволяет квалифицировать ситуацию как чрезвычайную. Отсутствие хотя бы одного критерия не позволяет этого сделать.

Критерии чрезвычайных ситуаций представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Критерии чрезвычайных ситуаций

1	2	3	4
№	Тип критерия	№	Качественное описание критерия
1	Временный	1	внешняя внезапность, неожиданность возникновения
		2	быстрое развитие событий (с момента возникновения ЧС)
2	Социально-экологический	3	человеческие жертвы, эпидемии, мутагенез, тератогенез у человека и животных
		4	эпизоотия (массовый падеж скота)
		5	вывод из воспроизводства значительной части природных ресурсов, с/х угодий и культур
3	Социально-психологический	6	стрессовое состояние (страх, депрессии, фобии, паника и др.)
		7	дестабилизация психологической устойчивости населения в посткризисный период
4	Социально-политический	8	остроконфликтность, взрывоопасность
		9	усиление внутривнутриполитической напряженности, широкий внутривнутриполитический резонанс
		10	усиление международной напряженности, широкий международный резонанс
5	Экономический, включая технико-экономический	11	значительный экономический ущерб в денежном и натуральном выражении
		12	выход из строя целых инженерных систем и сооружений
		13	необходимость значительных материальных затрат на восстановление и компенсацию

		14	необходимость использования большого количества разнообразной техники, в том числе, качественно новой для предотвращения ситуации и ликвидации ее последствий
6	Организационно-управленческий	15	неопределенность ситуации, сложность принятия решений, прогнозирование хода событий
		16	необходимость быстрого реагирования (принятия решений)
		17	необходимость привлечения большого числа разных организаций и специалистов, необходимость масштабных и эвакуационных спасательных работ, включая скорую медицинскую помощь
7	Специфический (мультипликативный)	18	много и разноплановость последствий, их цепной характер. Пример: разрушение объектов, вследствие взрыва, возникновение пожара, выход из строя коммуникаций, задержка в развитии или отказ от продолжения научной и соответствующей программ

Классификация чрезвычайных ситуаций.

Чрезвычайные ситуации подразделяются на техногенные и природные.

Техногенные чрезвычайные ситуации классифицируются по типам аварий: выбросы опасных веществ, пожары, взрывы, затопления, разрушения сооружений, крушение транспортных средств и др.

Природные чрезвычайные ситуации классифицируются по видам стихийных бедствий: геофизические, геологические, гидрометеорологические и массовые заболевания.

По масштабу распространения и возможных последствий чрезвычайные ситуации классифицируются на локальные, местные, региональные, национальные и глобальные. При этом, учитываются не только размеры территории, на которой возникла чрезвычайная ситуация, но и косвенные последствия (нарушение связи, систем водоснабжения и

водоотведения, необходимость ремонта или разборки поврежденных зданий и сооружений и др.), а также тяжесть этих последствий, которую оценивают по затрате сил и ресурсов, привлеченных для ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Локальные (частные) чрезвычайные ситуации возникают на отдельных объектах, предприятиях, промышленных очистных сооружениях, складах, хранилищах и т.д. Локальные последствия ограничиваются одной установкой, заданием. Последствия чрезвычайных ситуаций на этих объектах устраняются собственными силами, работы по ликвидации последствий проводятся штатным персоналом.

К местным ситуациям относят такие, которые возникают в населенном пункте, городе, в одном или нескольких районах, а также в пределах области. Устранение их последствий производится с привлечением ресурсов области. Последствия ограничиваются населенным пунктом, к ликвидации последствий привлекаются территориальные формирования гражданской обороны.

Региональные чрезвычайные ситуации занимают территорию нескольких областей или экономического района. Последствия распространяются на область, крупный регион, к ликвидации привлекаются соединения и части гражданской обороны, все виды военизированных формирований.

Национальные ситуации охватывают территорию нескольких экономических районов, но не выходят за пределы государства.

Глобальные чрезвычайные ситуации распространяются и на другие государства. Последствия захватывают несколько субъектов РФ и сопредельные страны. Устранение перечисленных последствий осуществляется за счет субъектов Российской Федерации, государства в целом или международного сообщества, к ликвидации привлекаются силы гражданской обороны, вооруженные силы.

При известных условиях локальная чрезвычайная ситуация вполне может перерасти в региональную, национальную или глобальную.

Существуют классификации чрезвычайных ситуаций по *характеру их генезиса*, когда чрезвычайные ситуации характеризуются в отношении их преднамеренности и в отношении их естественности.

При классификации по признаку *«преднамеренность»* вся совокупность рассматриваемых ситуаций распадается на два больших типа: преднамеренные и непреднамеренные чрезвычайные ситуации.

В первый из названных типов входят социально-политические конфликты, а во второй – три класса чрезвычайных ситуаций: техногенные

катастрофы; стихийные бедствия; комбинированные чрезвычайные ситуации.

Происхождение чрезвычайной ситуации может также рассматриваться в отношении *естественности*. При таком подходе все чрезвычайные ситуации подразделяются на три типа: искусственного происхождения, или антропогенные (включая техногенные), естественного (природные) и смешанного происхождения, или природно-антропогенные.

Важная характеристика чрезвычайных ситуаций – темпы их формирования. *По продолжительности* (от непосредственной причины возникновения чрезвычайной ситуации до ее кульминационной точки) все ситуации можно разделить на «*взрывные*» и «*плавные*».

Примером таких экстремальных ситуаций могут служить стихийные бедствия и некоторые виды техногенных катастроф (аварии на крупных АЭС, ТЭС, газо- и нефтепроводах, а также на химических предприятиях). Продолжительность развития чрезвычайных ситуаций второго типа может исчисляться несколькими десятилетиями.

Большую опасность представляют техногенные (технологические) *катастрофы*, которые возникают вследствие нарушения технологического процесса или внезапного выхода из строя машин, механизмов и технических устройств во время их эксплуатации. К техногенным катастрофам относятся различные аварии на промышленных и энергетических объектах, а также на транспорте, растекание по поверхности почвы и воды токсичных жидкостей и нефтепродуктов.

К наиболее опасным техногенным катастрофам относятся: аварии на энергетических объектах, прежде всего на АЭС; далее следуют химические предприятия, выпускающие пестициды, гербициды, минеральные удобрения, пластмассы; транспортные аварии (при перевозке опасных грузов); нефтяные разливы при прорыве трубопроводов и др. Особое место в этом ряду занимает разрушение плотин ГЭС. По своим последствиям они могут быть более опасными, чем аварии на АЭС.

Радиационные и химические поражающие факторы, возникающие при авариях на АЭС и химических предприятиях, обладают долгосрочным и, что особенно опасно, скрытым (латентным) воздействием на организм человека, а также оказывают негативное воздействие на здоровье будущих поколений.

Отнесение участков территории РФ к той или иной зоне чрезвычайной ситуации устанавливается согласно документу Госкомэкологии РФ «Временный порядок объявления территорий зоной чрезвычайной экологической ситуации». Решение выносится на основании

заклучения государственной экологической экспертизы и объявляется указами Президента РФ либо постановлением Федерального собрания РФ.

В России к зонам экологического неблагополучия отнесены районы Северного Прикаспия, Байкала, Кольского полуострова, рекреационные зоны Черного и Азовского морей, промышленная зона Урала.

Так, *например*, в районах Северного Прикаспия к существующим проблемам деградации пастбищ, низкого плодородия почв, дефицита пресной воды и интенсивной ветровой эрозии добавилась новые – подтопление, прогрессирующее засоление и заболачивание земель, вызванное нагонными явлениями на расширившейся акватории Каспийского моря. Затопление и подтопление земель уже вызвало потерю 320 тыс. га сельскохозяйственных угодий.

Кризисная обстановка в городах – Каменск-Уральске (Свердловская область), Магнитогорске (Челябинская область), Чапаевске (Самарская область), Новочеркасске (Ростовская область).

К зонам экологического бедствия отнесены зоны аварии на Чернобыльской АЭС, а также Кузбасс, степные районы Калмыкии, город Карабаш (Челябинская область). В частности, в городе Карабаш выявлено наиболее высокое загрязнение воздушной среды тяжелыми металлами под воздействием выбросов медеплавильного комбината – старейшего предприятия Урала. Наибольшее накопление тяжелых металлов происходит в почвенно-растительной подстилке. На расстоянии 3 км от города содержание меди в ней выше, чем на контрольном участке (в 130 км от города) в – 350 раз, свинца – в 85 раз, кадмия – в 25 раз, никеля и цинка – в 2 раза. Обнаружены значительные концентрации ртути.

Изменение условий жизни труда, нарушение экологического баланса территории, отчуждение земель традиционного природопользования под промышленное использование оказали неблагоприятное влияние на здоровье коренного населения Сибири.

Правительством РФ утверждены федеральные экологические программы по мерам улучшения состояния окружающей среды городов Братск, Нижний Тагил и других.

Многие регионы южной и западной части России, более благоприятные в природном отношении, характеризуются сложным комплексом экологических проблем, связанных с загрязняющим влиянием промышленных центров и высокой плотностью населения, истощением лесных ресурсов, потерей плодородия почв.

Чрезвычайные ситуации сопровождаются различными видами рисков: утратой здоровья людей, экологическими, имущественными, финансовыми издержками.

Основные направления правового, экономического и нормативно-методического регулирования в области снижения рисков и смягчения последствий чрезвычайных ситуаций определяются задачами, возложенными на РС ЧС в соответствии с Федеральным законом «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» (1994 г.).

3.4. Экологическая оценка территорий по показателям среды

Любая хозяйственная и иная деятельность, оказывающая прямое или косвенное воздействие на окружающую природную среду, должна регламентироваться государством с позиций экологической безопасности. В состав целевых контролируемых параметров при экологической оценке территорий должны быть включены показатели экологического состояния основных компонентов среды.

Атмосферный воздух. Негативное воздействие загрязнения воздушного бассейна здоровье людей должно учитываться при обследовании зон возможного экологического бедствия. Критериями для оценки атмосферного воздуха территорий являются критические нагрузки (максимальные значения выпадений) и критические уровни загрязняющих веществ (максимальные значения концентраций). Параметры установлены для наземной растительности, лесных и водных экосистем по веществам: диоксиды азота и серы, фтористый водород, озон (критические уровни), соединений серы и азота, ионов водорода (критические нагрузки).

Ниже в табличной форме приводятся критерии оценки атмосферы территорий по максимально разовым концентрациям и среднесуточным концентрациям вредных химических веществ (табл. 3.4, 3.5).

Таблица 3.4

**Критерии оценки степени загрязнения атмосферы воздуха
по максимально разовым концентрациям**

Класс опасности загрязнения	Экологическое бедствие		Чрезвычайно экологические ситуации	
	Кратность превышения ПДК (<i>k</i>)	Процент измерения выше ПДК	Кратность превышения ПДК (<i>k</i>)	Процент измерения выше ПДК
I	5	30	3–5	30
II	5–7,5	30	5–7,5	30
III	12,5	50	8–12,5	50
IV	20	50	12,5–20	50

Таким образом, степень загрязнения атмосферного воздуха для территорий устанавливается по кратности превышения ПДК с учетом класса опасности суммации биологического действия загрязнения воздуха и частоты превышения ПДК.

Таблица 3.5

**Критерии оценки степени загрязнения атмосферного воздуха
по средне суточным концентрациям**

Класс опасности загрязнения	Экологическое бедствие		Чрезвычайно экологические ситуации	
	Кратность превышения ПДК (<i>k</i>)	Процент измерения выше ПДК	Кратность превышения ПДК (<i>k</i>)	Процент измерения выше ПДК
I	3	20(7 суток подряд)	2–3	20(7 суток подряд)
II	5	Тоже	3–5	Тоже
III	7,5	30	5–7,5	30
IV	12	30	8–12	30

Наиболее общими и информативными показателями загрязнения воздушного бассейна территории РФ считается КИЗА. Показатель КИЗА – комплексный индекс средне годового загрязнения атмосферы. Расчет КИЗА выполняется за счет методики гидромета.

КИЗА учитывает 2 фактора: уровень превышения ПДК и устойчивость загрязненности по повторяемости случаев превышения ПДК.

Эта величина определяется для любого числа и перечня ингредиентов, на которых разработаны ПДК или другие нормативные значения концентрации.

КИЗА обычно применяется для сравнения загрязнения атмосферы различных участков исследуемых территорий (городов, районов и т.д.) и для оценки временной (многолетней) тенденции изменения состояния загрязнения атмосферы.

Фактическое загрязнение атмосферы воздуха городов и населенных пунктов оценено по 5 бальной шкале:

- 1 – допустимое загрязнение;
- 2 – умеренное;
- 3 – слабое;
- 4 – сильное;
- 5 – очень сильное.

Загрязнение 1-ой степени является безопасным, при загрязнении 2 и 4 степени вероятность возникновения не благоприятных эффектов возрастает с увеличением степени загрязнения.

Указанное ранжирование по классу состояния атмосферы выполнено в соответствии с классификацией уровня загрязнения по четырех бальной шкале, где:

- класс «нормы» соответствует уровню загрязнения воздуха ниже среднего по городам страны;
- класс «риска» равен среднему уровню;
- класс «кризиса» - выше среднего уровня;
- класс «бедствия» - значительно выше среднего уровня.

Загрязнение 1 степени является безопасным; при загрязнении 2–4 степени вероятность возникновения неблагоприятных эффектов возрастает с увеличением степени загрязнения.

Показатели загрязнения поверхностных вод.

В качестве критериев оценки ресурсов поверхностных вод рекомендуется два наиболее емких показателя:

- величина поверхностного (речного) стока или изменение его режима применительно к определенному бассейну;
- величина объема единовременного отбора воды.

Данные критерии с ранжированием по классам опасности сводятся в таблицу 3.6.

Таблица 3.6

Ресурсные критерии оценки состояния поверхностных вод

Оценочные показатели	Классы состояния поверхностных вод			
	I норма (н)	II риск (р)	III кризис (к)	IV бедствие (б)
Изменение речного стока (в % от первоначального)	Менее 15	15–20	50–70	Более 75
Объем возможного единовременного водоотбора (м ³ /с)	Менее 5	1–5	Менее 1	отсутствует

Сами критерии являются общепризнанными и используются в нормативных документах, градация по классам состояния поверхностных вод условная и опирается на данные публикаций в литературе.

Выявление зон чрезвычайной экологической ситуации и экологического бедствия для водных объектов проводят также по критериям загрязнения, истощения водных ресурсов и деградации водных экосистем с использованием химических и биологических показателей.

Основными *химическими показателями* являются концентрации наиболее опасных токсичных загрязняющих веществ (с учетом класса опасности), в том числе обладающих свойством накапливаться в органах и тканях гидробионтов. Для совокупной оценки состояния загрязненности водных объектов используют расчетный суммарный показатель для превышающих ПДК химических веществ.

В качестве показателей состояния поверхностных вод при оценке изменений природной среды служат количества в воде токсичных веществ, в том числе обладающих кумулятивными свойствами накапливаться в тканях гидробионтов, а также биогенным действием (нитриты, нитраты, соли аммония, фосфаты). При этом предусматривается использование формализованного суммарного показателя химического загрязнения вод (ПХЗ), рассчитываемого для десяти загрязняющих веществ, по которым наблюдается максимальное превышение ПДК.

Оценка состояния водных экосистем по *гидробиологическим показателям* и параметрам основана на характеристиках развития всех экологических групп водных сообществ: фито-, зоопланктона, зообентоса, запасов ихтиофауны. Учитывают также степень эвтрофикации пресноводных и морских экосистем.

В качестве основного показателя степени истощения водных ресурсов взята норма безвозвратного изъятия поверхностного стока.

При оценке загрязнения *питьевой воды и водоисточников* питьевого и рекреационного назначения, наряду с показателями, характеризующими кратность превышения ПДК по вредным химическим веществам различного класса опасности, используются показатели, указывающие на количество содержащихся в воде патогенных микроорганизмов, наличие растворенного кислорода, запаха и привкуса и т.п. Применение различных показателей оценки качества вод должно основываться на приоритете требований того водопользователя, чьи требования жестче.

Выявление зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия для *морских акваторий* проводится по химическим и биологическим показателям. В случае наличия в морской воде нескольких загрязнителей с превышением ПДК, как и для пресных вод, используется суммарный показатель химического загрязнения. Основные показатели, характеризующие степень химического загрязнения морских вод в районах чрезвычайных экологических ситуаций и экологического бедствия. Данные сводятся в табличную форму (табл. 3.7).

Таблица 3.7

Показатели, характеризующие загрязненность морской воды при опасных кризисных и катастрофических экологических ситуациях

Класс опасности веществ загрязняющих воду	Показатели степени загрязнения морской воды			
	Экологическое бедствие		Чрезвычайно экологические ситуации	
	Кратность превышения ПДК (к)	ПХЗ	Кратность превышения ПДК (к)	ПХЗ
I–II	Более 10	Более 80	5–10	35–80
III–IV	Более 100	Более 500	50–100	500

Литосфера. Для оценки состояния литосферы территории наиболее известны геохимические критерии, основанные на сопоставлении

существующего загрязнения литосферы и его компонентов вместе с подземными водами с ПДК или фоном с учетом токсичности вещества загрязнителя.

Загрязненность почв селитебных территорий при оценке степени их экологического неблагополучия рассматривается с учетом того, что почвы в силу своих свойств, способны накапливать значительное количество вредных химических веществ. Поэтому принимается санитарно-гигиенический подход к выбору показателей экологической оценки почв населенных пунктов, при котором исходят из возможности не только непосредственного влияния загрязненных почв на здоровье населения, но и переноса загрязняющих веществ из почвы в воды и воздушную среду рассматриваемых территорий.

Разработка оценок воздействия антропогенной деятельности на почву – более сложная задача, чем оценка воздействия на атмосферу, по причине пока еще недостаточной изученности техногенных потоков вещества в различных типах почв.

Перечень показателей, по которым оценивается экологическое состояние почв, отличается широким разнообразием.

В оценке состояния почв основными критериями экологического неблагополучия **являются** показатели физической деградации почв химического и биологического загрязнения.

Величины параметров установлены для следующих показателей:

- площадь выведенных из сельскохозяйственного оборота земель вследствие их деградации;
- превышение уровня грунтовых вод;
- радиоактивное загрязнение;
- превышение ПДК по вредным химическим веществам с учетом класса опасности;
- снижение уровня активной микробной массы;
- фитотоксичность (по данным биотестирования).

В качестве дополнительных показателей используют показатели доли загрязнений с/х продукции. **Экспертно устанавливают** параметры средней урожайности почв с/х территорий. Выбор, использованный при оценке экологического состояния показателей определенной спецификой местонахождения, генезисом, буферностью почв, а также характером водоиспользования. **Изменения геологической среды** оценивают по интенсивности и масштабам проявления современного напряженно-деформированного состояния верхних частей литосферы, по параметрам

критических скоростей деформации и масштабам ожидаемого сейсмического эффекта.

Оценка степени деградации наземных экосистем проводится по критериям, характеризующим негативное изменение в структуре и функционировании экосистем.

В зоне чрезвычайной экологической ситуации состояние экосистем описывается изменениями в соотношениях основных трофических групп и удельной массы одной их групп. В пределах от 20-50% нарушаются взаимосвязи внутри системы, процессы деградации в этом случае еще обратимы.

В зонах экологического бедствия, изменения необратимы, экосистема теряет средо- и ресурсо- воспроизводимые функции.

Направленность и скорость деградации наземных экосистем рассчитываются по ряду наблюдений за 5–10 лет.

Критерии оценки состояния растительности различаются в зависимости от географических условий и типов экосистем. При этом учитывают параметры: уменьшение биоразнообразия; плотность популяции видов-индикаторов; площадь коренных ассоциаций; лесистость; запас древесины основных лесобразующих пород; повреждение древостоев и хвойных пород техногенными выбросами; площадь посевов, поврежденных вредителями; проективное покрытие и продуктивность пастбищной растительности; изменение ареалов редких видов и др. Растительность, как биотический компонент любой природной экосистемы, играет решающую роль в структурно-функциональной организации экосистем и определении их границ.

Критерии состояния животного мира включают показатели на уровне зооценозов и отдельных видов и популяций. Ранжированы параметры: уменьшение биоразнообразия; плотность популяции видов индикаторов антропогенной нагрузки; снижение численности охотничье-промысловых видов. Экологически неблагоприятная территория относится к зоне экологического бедствия, если первый показатель составляет более 50 %, второй – более (менее) 50 %, третий – 10 раз и более. В зонах чрезвычайной экологической ситуации эти показатели имеют значения в пределах 25–50 %, более (менее) 20–50 %, от 3 до 10 раз, соответственно для первого, второго и третьего показателей. Для относительно удовлетворительной ситуации первый показатель.

При **биогеохимической оценке** рассматривают биогеохимические провинции с резким изменением химического элементного состава компонентов окружающей природной среды. При этом предусматривается

использовать тех или иных элементов в почвах, поверхностных водах, в растениях и растительных кормах. К числу таких показателей относятся: соотношение углерода и азота в почвах, поверхностных водах, растениях, растительных кормах; содержание кальция и фосфора; содержание кальция и стронция; содержание токсичных химических веществ (ртути, кадмия, свинца, мышьяка и др.) в растениях и растительных кормах и др. *Например*, в зонах экологического бедствия отношение концентрации углерода к концентрации азота в почвах составляет величину менее 4, в поверхностных водах – менее 4 или более 20. В то время как при относительно удовлетворительных экологических ситуациях эти показатели лежат в пределах 8–20 и 8–12 соответственно в почвах и поверхностных водах.

Показателем загрязнения почв металлами является уровень подвижных и водорастворимых форм металлов. Комплексным показателем биологического загрязнения почвы является также ее суммарный показатель загрязнения Z_C , который определяется по формуле:

$$Z_C = k - (n - 1),$$

где k – коэффициент концентрирования вредного вещества (отношение фактической концентрации к фоновой); n – число элементов, загрязняющих почву.

При этом значения Z_C сопоставляются с ориентировочной шкалой опасности загрязнения, имеющей градации допустимой (до 16), умеренно опасной (до 32), опасной (до 128) и чрезвычайно опасной (свыше 128) категорий загрязнений, что статистически связано с изменением показателей здоровья населения в зонах загрязнения.

Контрольные вопросы

1. Проанализируйте принципы, реализуемые в государственной политике России в области обеспечения техногенной и экологической безопасности территорий.
2. Приведите характеристику элементов системы экологической безопасности территорий.
3. Охарактеризуйте виды территорий по возрастанию степени их экологического неблагополучия.

4. Проанализируйте медико-демографические показатели, используемые в оценке состояния здоровья людей на территориях с неблагоприятной экологической обстановкой
5. Приведите определение понятия «чрезвычайная ситуация». Приведите классификацию чрезвычайных ситуаций.
6. Проанализируйте типы и параметры критериев, по которым ситуация может быть отнесена к чрезвычайной.
7. Проанализируйте критерии оценки состояния атмосферы территорий по максимально разовым и среднесуточным концентрациям вредных химических веществ.
8. Охарактеризуйте критерии оценки состояния загрязнения атмосферы территории по комплексному индексу (КИЗА).
9. Проанализируйте основные показатели состояния поверхностных вод и литосферы территорий.
10. Приведите примеры основных разработок по оценке воздействия антропогенной деятельности на почву и оценке степени деградации наземных экосистем, состояния растительного и животного мира.
11. Охарактеризуйте комплексный показатель биологического загрязнения почвы.

ЛЕКЦИИ № 8-10

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ СНИЖЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИРОДООХРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТЭК

4.1. Экологические проблемы атмосферы

Важнейшие климатические и экологические особенности Земли в решающей степени определяются наличием и свойствами ее газовой оболочки – атмосферы. Благодаря специфическому газовому составу, способности поглощать и отражать солнечную радиацию, озоновому слою, в котором задерживается основная часть коротковолнового излучения Солнца, благоприятному температурному режиму и присутствию водяного пара атмосферу можно назвать одним из главных источников жизни на Земле.

Толщина воздушной оболочки, которая окружает Земной шар, не меньше тысячи километров – почти в четверть земного радиуса. Масса

атмосферы составляет $5 * 10^{15}$ (пять квадратильонов) т, что эквивалентно менее чем одной миллионной доле массы Земли. 90 % массы атмосферы сосредоточено в самом нижнем слое, толщиной 17 км (признаки атмосферы отчетливо фиксируются и на высоте 20 тыс. км).

Строение атмосферы. Атмосфера имеет сложное строение и подразделяется на несколько оболочек. Непосредственно к земной оболочке примыкает *тропосфера*. Она простирается до высоты 8–10 км над полюсами и 16–18 км над экватором. В средних широтах толщина тропосферы составляет 8–12 км. В тропосфере идет непрерывное перемешивание воздуха как по горизонтали, так и по вертикали, что приводит к понижению температуры. Температура воздуха в тропосфере уменьшается на $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ на 100 м высоты и снижается с $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В тропосфере сконцентрировано 75 % всей массы атмосферы, основное количество водяного пара и мельчайших частиц примесей. Господствующие в тропосфере процессы (испарение водяного пара и его конденсация) приводят к образованию облаков и осадков в виде дождей. Именно в этом слое в основном происходят явления, которые мы именуем погодой, возникает подавляющее число гроз и штормов.

Термическая структура тропосферы обусловлена нагреванием земной поверхности солнечной радиацией с последующим переносом тепла вверх путем турбулентного перемешивания и конвекции. Температура воздуха у поверхности Земли понижается от экватора (до $+26\text{ }^{\circ}\text{C}$) к полюсам (до $-36\text{ }^{\circ}\text{C}$ зимой и $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ летом). С высотой разность температур между экватором и полюсами уменьшается.

Верхней границей тропосферы (на высоте 11 км) является *тропопауза* – область, в которой температура перестает понижаться имеет температуру $-53\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Выше тропопаузы примерно на 50 км простирается *стратосфера*. Для нее характерны слабые воздушные потоки, малое количество облаков и постоянство температуры ($-56\text{ }^{\circ}\text{C}$) до высоты примерно 25 км. Выше температура начинает повышаться (в среднем на $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 м) и на уровне *стратопаузы* (45–54 км) достигает $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. В отличие от тропосферы, в которой важную роль играет турбулентный обмен, стратосфера весьма устойчива, содержит мало влаги, в ней отсутствуют погодные явления в обычном смысле слова, а единственным видом облачности являются серебристые облака.

В стратосфере на высоте 30–35 км расположен в наибольшей концентрации озон, поэтому эту часть атмосферы часто называют *озоновым экраном*. Озон играет большую роль в формировании

температурного режима нижележащих слоев атмосферы и, следовательно, воздушных течений. Озон поглощает ультрафиолетовые лучи Солнца, что и вызывает разогрев атмосферы. Над различными участками земной поверхности и в разное время года содержание озона неодинаково: больше в высоких широтах, меньше в средних и низких, весной больше, чем осенью. Озоновый слой определяет предел биосферы.

За стратосферой, на высоте более 50 км, находится следующий слой атмосферы – *мезосфера*, где температура опять понижается. На высоте около 80 км она равна – 70 °С. Верхний слой мезосферы – *мезопауза*, где происходит понижение температуры

За мезосферой (более 80 км над земной поверхностью) расположен четвертый слой атмосферы – *термосфера*, не имеющая определенной верхней границы. На высоте 500–600 км температура увеличивается и достигает + 1600 °С. Газы в термосфере (ионосфере) сильно разрежены, молекулы редко сталкиваются друг с другом и не могут вызвать нагрева находящегося в этой зоне тела. Однако атмосферное давление с высотой уменьшается. Воздух по мере высоты становится разреженнее.

Наиболее удалена от Земли *экзосфера* – 800–1600 км, которая простирается на огромное расстояние, переходя в межпланетное пространство. Экзосфера является областью диссипации (рассеивания) атмосферных газов.

Нестабильность атмосферы как природной системы объясняется колебаниями температуры, давления и плотности, имеющими место в тропосфере, а также гравитационным воздействием Луны и Солнца, вызывающим атмосферные приливы в стратосфере.

Происхождение атмосферы неразрывно связано с образованием Земли. Есть основание считать, что первичная атмосфера Земли была богата углекислым газом CO₂ и бедна кислородом O₂. Затем в результате фотодиссоциации воды в атмосфере появился кислород, количество которого начало особенно интенсивно расти в результате биогенных процессов с момента зарождения жизни на Земле (около 4 млрд. лет назад).

Состав атмосферы, который сохраняется до высоты 400–600 км представлен в таблице 27. Выше начинает преобладать гелий («гелиевая корона»). Он достигает отметки около 1600 км. Далее преобладает водород.

Основные составные части атмосферы можно разделить на три группы: постоянные, переменные и случайные.

К первой группе относятся кислород (21 % по объему), азот (около 78 %) и инертные газы (около 1 %). Содержание этих составных частей

практически не зависит от того, в каком месте поверхности Земли взята проба сухого воздуха.

Ко второй группе относятся углекислый газ (0,02–0,04 %) и водяной пар (до 3 %). К третьей группе относятся случайные компоненты, определенные местными условиями (*например*, содержание в воздухе SO₂ вблизи металлургических заводов).

Масса кислорода в атмосфере составляет $1,5 * 10^{15}$ т, азота – $4 * 10^{15}$ т, аргона – $16 * 10^{12}$ т, углекислого газа – $3,3 * 10^{12}$ т.

Атмосфера определяет световой и регулирует тепловой режимы Земли, способствует перераспределению тепла на земном шаре. Лучистая энергия Солнца – практически единственный источник тепла для поверхности Земли – частично поглощается атмосферой. Достигшая поверхности Земли энергия частично поглощается почвой и водоемами, морями и океанами, частично отражается в атмосферу.

Газовая оболочка предохраняет Землю от чрезмерного остывания и нагревания. Благодаря ей на Земле не бывает резких перепадов от морозов к жаре и обратно. Если бы Земля не была окружена оболочкой, то в течение одних суток амплитуда колебаний температуры достигла бы 200 °С: днем стояла бы сильная жара (выше 100 °С), ночью мороз (–100 °С). Еще большая разница была бы между зимними и летними температурами. Именно благодаря атмосфере средняя температура на Земле составляет приблизительно 15 °С.

Газовая оболочка спасает все живущее на Земле от губительных ультрафиолетовых, рентгеновских и космических лучей. Верхние слои атмосферы частично поглощают, частично рассеивают эти лучи. Атмосфера защищает и от «звездных осколков». Метеориты, в подавляющем большинстве не превышающие по величине горошину, под влиянием земного притяжения с огромной скоростью (от 11 до 64 км/с) врезаются в атмосферу планеты, раскаляются там в результате трения о воздух и на высоте около 60–70 км по большей части сгорают. Атмосфера защищает Землю и от крупных космических осколков.

Велико значение атмосферы и в распределении света. Воздух атмосферы разбивает солнечные лучи на миллион мелких лучей, рассеивает их и создает то равномерное освещение, к которому мы привыкли. Наличие воздушной оболочки придает небу голубой цвет, так как молекулы основных элементов воздуха и различные примеси, содержащиеся в нем, рассеивают главным образом лучи с короткой длиной волны, т.е. фиолетовые, синие и голубые. По мере удаления от Земли, а

следовательно, уменьшения плотности и загрязнения воздуха, цвет неба становится темнее, воздушная оболочка приобретает густо-синюю, а в стратосфере черно-фиолетовую окраску.

Атмосфера является проводником звуков. Без нее на Земле царила бы тишина, невозможна была бы человеческая речь.

Загрязнение атмосферы. Загрязнением в узком смысле считается привнесение в какую-либо среду новых, не характерных для нее физических, химических и биологических агентов или превышение естественного среднесуточного уровня этих агентов. Атмосферный воздух загрязняется путем привнесения в него или образования в нем загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих нормативы качества или уровень естественного содержания.

Под загрязнением атмосферного воздуха следует понимать любое изменение его состава и свойств, которое оказывает негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем.

По происхождению загрязнение атмосферного воздуха может быть естественным (природным) и искусственным (антропогенным).

Естественное загрязнение воздуха вызвано природными процессами. К ним относятся вулканическая деятельность, выветривание горных пород, ветровая эрозия, массовое цветение растений, дым от лесных и степных пожаров, пыльные бури, вулканические извержения, газовые выделения из гейзеров и геотермальных источников, прижизненные выделения в атмосферу растений, животных, микроорганизмов.

Антропогенное загрязнение связано с выбросом различных загрязняющих веществ, образующихся в процессе деятельности человека. По своим масштабам оно значительно превосходит природное загрязнение атмосферного воздуха.

В зависимости от масштабов распространения выделяют различные типы антропогенного загрязнения атмосферы: локальное, местное, региональное и глобальное. Масштабы загрязнения связаны с мощностью выброса и характером воздушных потоков.

Локальное загрязнение может быть обусловлено одним или несколькими источниками выбросов, зона влияния которых определяется, главным образом, изменчивой скоростью и направлением ветра.

Местное загрязнение определяется совокупностью выбросов множества источников, расположенных на территории, находящейся в зоне влияния и характеризуется повышенным содержанием загрязняющих

веществ на небольших территориях (город, промышленный район, сельскохозяйственная зона).

Под региональным загрязнением понимается загрязнение атмосферного воздуха на территории в сотни километров, которая находится под воздействием выбросов крупных промышленных и сельскохозяйственных комплексов.

Глобальное загрязнение связано с изменением состояния атмосферы планеты в целом.

По агрегатному состоянию выбросы вредных веществ в атмосферу классифицируются на следующие типы:

- 1) газообразные – газы и пары (диоксид серы, оксиды азота, оксид углерода, углеводороды и др.);
- 2) жидкие – туманы (кислоты, щелочи, растворы солей);
- 3) твердые – пыли и дымы (канцерогенные вещества, свинец и его соединения, органическая и неорганическая пыль, сажа, смолистые вещества).

От общей массы выбрасываемых в атмосферу веществ газы (пары) составляют около 90 %. По определению экспертов ВОЗ из многочисленных загрязнителей атмосферы основными являются взвешенные частицы (аэрозоли различного состава), затем следуют сернистые соединения и оксиданты (вещества, образующиеся в атмосферном воздухе в результате фотохимических превращений).

Аэрозоли – это дисперсные системы, в которых дисперсной средой служит газ, а дисперсными фазами являются твердые или жидкие частицы. Обычно размеры частиц аэрозолей ограничивают интервалом 10^{-7} – 10^{-3} см.

Аэрозоли делятся на три группы.

К первой группе относятся пыли, состоящие из твердых частиц, диспергированных в газообразной среде.

Ко второй группе относят дымы – все аэрозоли, которые получают при конденсации газа.

К третьей группе относятся туманы – совокупность жидких частиц в газообразной среде.

В настоящее время в земной атмосфере взвешено около 20 млн. т частиц, из которых примерно три четверти приходится на долю выбросов промышленных предприятий.

Особое значение пыли и других взвешенных частиц объясняется тем, что они загрязняют атмосферу не только в результате прямых выбросов, но в большей мере в результате различных превращений газообразных

веществ, выбрасываемых в атмосферу (сернистых соединений, оксидов азота, углеводородов) с образованием мелкодисперсных аэрозолей.

Классификация загрязняющих атмосферу веществ может быть проведена по составу (например, хлористый водород, фтористые соединения и т.д.).

К главным загрязнителям (поллютантам) атмосферного воздуха, образующимся в процессе производственной и иной деятельности человека относят диоксид серы (SO_2), оксиды азота (NO_x), оксид углерода (CO) и твердые частицы. На их долю приходится около 98 % от общего объема выбросов вредных веществ.

Суммарный мировой выброс в атмосферу четырех главных загрязнителей атмосферы составил в 1990 году – 401 млн. т, в том числе в России – 26,2 млн. т. Кроме указанных главных загрязнителей в атмосферу попадает много других вредных и токсичных соединений, среди которых – формальдегид, фтористый водород, соединения свинца, аммиак, фенол, бензол, ртуть, кадмий и др.

Опасным является *радиоактивное загрязнение*, обусловленное глобально распределенными долгоживущими радиоактивными изотопами – продуктами испытания ядерного оружия, проводившихся в атмосфере и под землей. Приземный слой атмосферы загрязняют также выбросы в атмосферу радиоактивных веществ с действующих АЭС в процессе их нормальной эксплуатации и другие источники.

Еще одной формой загрязнения атмосферы является *избыточное поступление тепла* от антропогенных источников. Признаком теплового (термического) загрязнения атмосферы служат так называемые термические зоны, *например*, «острова тепла» в городах, потепление водоемов.

Атмосферные загрязнители подразделяются на *первичные*, поступающие непосредственно в атмосферу, и *вторичные*, являющиеся результатом их превращений. Например, поступающий в атмосферу диоксид серы окисляется кислородом воздуха до триоксида серы, который затем взаимодействуя с водяными парами, образует капельки серной кислоты.

Основные источники загрязнения атмосферы. *Источники загрязнения атмосферы выбросами могут быть классифицированы:*

1. *По назначению:* а) технологические, содержащие хвостовые газы после установок улавливания (рекуперации, абсорбции и т.д.); б) вентиляционные выбросы – местные отсосы, вытяжки.

2. *По месту расположения:* а) незатененные или высокие (высокие трубы, точечные источники), удаляющие загрязнения на высоту, превышающую высоту здания в 2,5 и более раз; б) затененные или низкие, расположенные на высоте в 2,5 раза меньше высоты здания; в) наземные – находящиеся у земной поверхности (открытое технологическое оборудование, колодцы производственной канализации и т.д.).

3. *По геометрической форме:* а) точечные (трубы, шахты, вентиляторы); линейные (аэрационные фонари, открытые окна, факелы).

4. *По режиму работы:* непрерывного и периодического действия, залповые и мгновенные. Залповые выбросы возможны при авариях, сжигании быстрогорящих отходов производства. При мгновенных выбросах загрязнения выбрасываются в доли секунды на значительную высоту. Это возможно при взрывных работах и авариях.

5. *По дальности распространения:* внутривысотные, то есть создающие высокие концентрации только на территории промышленной площадки, а в жилых районах не дающие ощутимых загрязнений (для таких выбросов предусматривается санитарно-защитная зона достаточных размеров); вневысотные, когда выбрасываемые загрязнения способны создать высокие концентрации на территории жилой застройки.

Газовые промышленные выбросы могут быть организованными и неорганизованными.

Организованный промышленный выброс – выброс, поступающий в атмосферу через специальные сооружения – газоходы, воздухопроводы, трубы. *Неорганизованный выброс* – выброс, поступающий в атмосферу в результате нарушения герметичности оборудования, неудовлетворительной работы вентиляционной системы и т.д.

Основные источники техногенного загрязнения атмосферы. Антропогенные источники загрязнения атмосферы делятся на группы: промышленные предприятия, транспорт, бытовое и коммунальное хозяйство, промышленные источники загрязнения, в свою очередь, подразделяются по отраслям, а также по ингредиентам.

В настоящее время основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха на территории России вносят следующие отрасли: теплоэнергетика (тепловые и атомные электростанции, промышленные и городские котельные); предприятия черной металлургии; нефтедобычи и нефтехимии; автотранспорт; предприятий цветной металлургии и строительной индустрии.

Роль отдельных источников загрязнений в России оценивается следующим образом: теплоэлектростанции выбрасывают 27 % общих

поступлений загрязняющих веществ в атмосферу, черная металлургия – 24 %, цветная металлургия – 10 %, нефтедобыча и нефтехимия – 15 %, автотранспорт – 13 %, предприятия стройиндустрии – 8 %, химическая промышленность – 1 %.

Вклад различных отраслей хозяйства в загрязнении атмосферы в России, промышленных странах Запада и США отличны. Так, *например*, основное количество выбросов вредных веществ в США, Великобритании и ФРГ приходится на автотранспорт (50–60 %), тогда как на долю энергетики значительно меньше, всего 16–20 %.

Черная и цветная металлургия. При выплавке одной тонны стали в атмосферу выбрасывается 0,04 т твердых частиц, 0,03 т оксидов серы и до 0,05 т оксида углерода, а также в небольших количествах такие опасные загрязнители, как марганец, свинец, фосфор, мышьяк, пары ртути и др. В процессе сталеплавильного производства в атмосферу выбрасываются парогазовые смеси, состоящие из фенола, формальдегида, бензола, аммиака и других токсичных веществ. Существенно загрязняется атмосфера также выбросами доменных и ферросплавных производств.

Значительные выбросы отходящих газов и пыли, содержащих токсичные вещества, отмечаются на заводах цветной металлургии при переработке свинцово-цинковых, медных, сульфидных руд, при производстве алюминия и др.

Химическое производство. Выбросы этой отрасли хотя и невелики по объему (около 2 % всех промышленных выбросов), тем не менее, ввиду своей весьма высокой токсичности, значительного разнообразия и концентрированности, представляют значительную угрозу для человека и всей биоты. На разнообразных химических производствах атмосферный воздух загрязняют оксиды серы, соединения фтора, аммиак, нитрозные газы (смесь оксидов азота), хлористые соединения, сероводород, неорганическая пыль и т.п.

Выбросы автотранспорта. Выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания (особенно карбюраторных) содержат огромное количество токсичных соединений – бенз(а)пирена, альдегидов, оксидов азота и углерода, особо опасных соединений свинца (в случае применения этилированного бензина). Наибольшее количество вредных веществ в составе отработавших газов образуется при неотрегулированной топливной системе автомобиля. Правильная ее регулировка позволяет снизить их количество в 1,5 раза, а специальные нейтрализаторы снижают токсичность выхлопных газов в шесть и более раз.

Воздействие энергетики на состояние воздушного бассейна определяется, главным образом, видом сжигаемого топлива.

В сельской местности источниками загрязнения атмосферного воздуха являются животноводческие и птицеводческие хозяйства, промышленные комплексы по производству мяса, предприятия, обслуживающие технику, энергетические и теплосиловые предприятия.

Экологические последствия загрязнения атмосферы. Загрязнение атмосферного воздуха воздействует на здоровье человека и на окружающую природную среду различными способами – от прямой и непосредственной угрозы (смог и др.) до медленного и постепенного разрушения различных систем жизнеобеспечения организма. Во многих случаях загрязнение воздушной среды нарушает структурные компоненты экосистемы до такой степени, что регуляторные процессы не в состоянии вернуть их в первоначальное состояние.

Влияние локального (местного) загрязнения атмосферы. Физиологическое воздействие на человеческий организм главных загрязнителей (поллютантов) чреват самыми серьезными последствиями. Так, диоксид серы, соединяясь с влагой, образует серную кислоту, которая разрушает легочную ткань человека и животных. Особенно четко эта связь прослеживается при анализе детской легочной патологии и степени концентрации диоксида серы в атмосфере крупных городов.

Согласно исследованиям американских ученых, при уровне загрязнения воздуха оксидами серы (SO_2) до $0,049 \text{ мг/м}^3$ показатель заболеваемости (в человеко-днях) населения Нэшвилла (США) составлял 8,1 %, при $0,150\text{--}0,349 \text{ мг/м}^3$ – 12 % и в районах с загрязнением воздуха выше $0,350 \text{ мг/м}^3$ – 43,8 %.

Пыль, содержащая диоксид кремния (SiO_2), вызывает тяжелое заболевание легких – силикоз. Оксиды азота раздражают, а в тяжелых случаях и разъедают слизистые оболочки, например, глаз, легких, участвуют в образовании ядовитых туманов и т.д. Особенно опасны они, если содержатся в загрязненном воздухе совместно с диоксидом серы и другими токсичными соединениями. В этих случаях даже при малых концентрациях загрязняющих веществ возникает эффект синергизма, т.е. усиление токсичности всей газообразной смеси.

Широко известно действие на человеческий организм оксида углерода (угарного газа). При остром отравлении появляется общая слабость, головокружение, тошнота, сонливость, потеря сознания, возможен летальный исход (даже спустя три – семь дней). Однако из-за

низкой концентрации СО в атмосферном воздухе он, как правило, не вызывает массовых отравлений, хотя и очень опасен для лиц, страдающих анемией и сердечно-сосудистыми заболеваниями.

Среди взвешенных твердых частиц наиболее опасны частицы размером менее 5 мкм, которые способны проникать в лимфатические узлы, задерживаться в альвеолах легких, засорять слизистые оболочки.

Весьма неблагоприятные последствия связаны и с такими незначительными по объему выбросами, как свинец, бенз(а)пирен, фосфор, кадмий, мышьяк, кобальт. Они угнетают кроветворную систему, вызывают онкологические заболевания, снижают сопротивление организма инфекциям. Пыль, содержащая соединения свинца и ртути, обладает мутагенными свойствами и вызывает генетические изменения в клетках организма.

Последствия воздействия на организм человека вредных веществ, содержащихся в выхлопных газах автомобилей, весьма серьезны и имеют широчайший диапазон действия от кашля до летального исхода.

Смог. Тяжелые последствия в организме живых существ вызывает ядовитая смесь дыма, тумана и пыли – смог. Различают два типа смога: зимний смог (лондонский тип) и летний (лос-анджелесский тип).

Лондонский тип смога. В крупных промышленных агломерациях большой экологической проблемой является смог (дым + туман) – комплексное загрязнение атмосферы, обусловленное застаиванием масс воздуха (отсутствие ветра и температурная инверсия). При высоких концентрациях диоксида серы в воздухе в условиях высокой влажности и температуре порядка 0 °С образуется так называемый восстановительный смог или смог лондонского типа.

Механизм его образования следующий: твердые частицы (летучая зола, сажа) в воздухе действуют как зародыши конденсации паров воды с образованием микрочастиц тумана; диоксид серы растворяется в капельках тумана с образованием сернистой кислоты; сернистая кислота окисляется в серную кислоту кислородом, растворенным в капле. Так образуется кислый, разъедающий все туман.

Температурная инверсия проявляется в повышении температуры воздуха с высотой в некотором слое атмосферы (обычно в интервале 300–400 м от поверхности земли) вместо обычного понижения. В результате циркуляция атмосферного воздуха резко нарушается, дым и загрязняющие вещества не могут подняться вверх и не рассеиваются.

Во время смога в 1952 году с 3 по 9 декабря в Лондоне содержание диоксида серы и сернистого ангидрида в воздухе достигало 4 мг/м^3 (при

ПДК в $0,05 \text{ мг/м}^3$). Тогда туман стал причиной смерти более 4000 человек, до 10 тыс. человек тяжело заболели. В конце 1962 г. в Руре (ФРГ) смог убил за три дня 156 человек. Рассеять смог может только ветер, а сгладить смогоопасную ситуацию - сокращение выбросов загрязняющих веществ.

Лондонский смог формировался на основе интенсивной добычи и использования угля в качестве традиционного вида топлива. С середины 60-х годов обдуманый переход на сжигание бездымного топлива, внедрение очищающих устройств и фильтров, жесткий контроль выбросов привели к нормализации экологической ситуации.

Лос-анджелесский тип смога, или фотохимический смог, не менее опасен, чем лондонский. Возникает он летом при интенсивном воздействии солнечной радиации на воздух, насыщенный и пересыщенный выхлопными газами автомобилей. В Лос-Анджелесе более четырех миллионов автомобилей выбрасывают только оксидов азота в количестве более чем тысяча тонн в сутки. При очень слабом движении воздуха или безветрии в воздухе идут сложные реакции с образованием новых высокотоксичных загрязнителей – *фотооксидантов* (озон, органические перекиси, нитриты и др.), которые раздражают слизистые оболочки желудочно-кишечного тракта, легких и органов зрения. В Токио смог вызвал отравление 10 тыс. человек в 1970 г. и 28 тыс. – в 1971 г. По официальным данным, в Афинах в дни смога смертность в шесть раз выше, чем в дни относительно чистой атмосферы. В некоторых российских городах (Кемерово, Новокузнецк, Медногорск и др.), особенно в тех, которые расположены в низинах, в связи с ростом числа автомобилей и увеличением выброса выхлопных газов, содержащих оксид азота, вероятность образования фотохимического смога значительно увеличивается.

Антропогенные выбросы загрязняющих веществ в больших концентрациях и в течение длительного времени наносят большой вред не только человеку, но и отрицательно влияют на животных, состояние растений и экосистем в целом.

4.2. Основные направления работ по снижению загрязнения воздушного бассейна

Соблюдение требований по предупреждению загрязнения атмосферного воздуха. Согласно закону «Об охране атмосферного воздуха» (1999), в целях предупреждения вреда, который может быть причинен окружающей среде, здоровью и генетическому фонду человека,

стандартами на новые технику, технологии, материалы, вещества и другую продукцию, которые могут оказывать вредное воздействие на атмосферный воздух, устанавливаются требования охраны атмосферного воздуха.

Запрещается внедрение новых техники, технологий, материалов, веществ и другой продукции, а также применение технологического оборудования и других технических средств, если они не отвечают установленным законодательством требованиям атмосферного воздуха.

Производство и использование топлива на территории РФ допускается только при наличии сертификатов, подтверждающих соответствие топлива, требованиям охраны атмосферного воздуха.

Производство и использование на территории РФ технических, технологических установок, двигателей транспортных и передвижных средств и установок допускается только при наличии сертификатов, устанавливающих соответствие содержания вредных (загрязняющих) веществ в выбросах технических, технологических установок, двигателей транспортных и иных передвижных средств и установок техническим нормативам выбросов.

Сертификаты, подтверждающие содержание вредных (загрязняющих) веществ в выбросах технических, технологических установок, двигателей транспортных и иных передвижных средств и установок техническим нормативам выбросов, и также сертификаты, подтверждающие соответствие топлива установленным нормам и требованиям охраны атмосферного воздуха, выдаются в порядке, определенном правительством РФ.

Органы исполнительной власти РФ и органы государственной власти субъектов РФ могут вводить ограничения использования нефтепродуктов и других видов топлива, сжигание которых приводит к загрязнению атмосферного воздуха на соответствующей территории, а также стимулировать производство и применение экологически безопасных видов топлива и других энергоносителей.

Запрещается выброс в атмосферный воздух веществ, степень опасности которых для жизни и здоровья человека и для окружающей природной среды не установлена.

Действия, направленные на изменение состояния атмосферного воздуха и атмосферных явлений, могут осуществляться только при отсутствии вредных последствий для жизни и здоровья человека и для окружающей природной среды на основании разрешений, выданных

специально уполномоченным федеральным органом исполнительной власти в области охраны атмосферного воздуха.

Согласно закону запрещается размещение и эксплуатация объектов хозяйственной и иной деятельности, которые не имеют предусмотренных правилами охраны атмосферного воздуха установок очистки газов и средств контроля за выбросами вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

При вводе в эксплуатацию новых и реконструируемых объектов хозяйственной и иной деятельности, осуществляющих выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, должны обеспечиваться непревышение технических нормативов выбросов и ПДВ.

Среди многочисленных направлений работ по снижению загрязнения воздушного бассейна основными являются следующие критерии:

➤ внедрение эффективных, экономических и моральных методов стимулирования деятельности по охране атмосферы, включая различные поощрения снижения выплаты за выбросы, льготы и т.д.;

➤ сокращение выбросов от автомобильного транспорта за счет совершенствования двигателей и топливного аппарата, внедряемого нейтрализовать выхлопные газы;

➤ повышение доли дизельных и работающих на газообразном топливе двигателей, прекращение выпуска этилированных бензинов, лучшая организация дорожного движения;

➤ внедрение малоотходных и безотходных технологических процессов и производств, прежде всего в теплоэнергетике, черной и цветной металлургии, химической, нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, при производстве строительных материалов и других областях;

➤ оптимизация энергетического баланса страны (закрытие мелких и устаревших агрегатов, котельных и других установок);

➤ использование альтернативных ископаемых источников энергии и т.д.;

➤ внедрение экономически оправданных процессов сжигания топлива, а также предварительного обессоливания угля, нефти, газа, глубокой переработки угля и сланцев перед сжиганием (газификация, пиролиз);

➤ внедрение современных методов пылегазоочистки дымовых и других отходящих газов с высоким КПД и максимальным использованием продуктов очистки. Особое внимание при этом следует уделить вниманию

комплексной очистки отходящих газов от оксидов серы и азота, выделению и использованию углеводородов, сероводорода, соединений фтора, хлора, тяжелых металлов, обезвреживанию канцерогенных веществ, развитие эффективных систем контроля за загрязнением атмосферы, в том числе, автоматизированных и дистанционных систем.

Наиболее радикальной мерой охраны воздушного бассейна является экологизация технологических процессов, в первую очередь, это создание замкнутых технологических циклов, безотходных и малоотходных технологий, исключая попадание в атмосферу вредных загрязняющих веществ.

Данное решение требует рассмотрение целого комплекса сложных технологических конструкторских и организационных задач, основанных на использовании новейших научно-технических достижений.

Ресурсосбережение является решающим источником удовлетворения растущих потребностей производства. Важно добиться, чтобы прирост потребностей энергии и сырья на 75–80 % удовлетворялось в результате их экономии, т.е. максимального исключения потерь и не рационального использования.

Важную роль в защите окружающей среды отводится мероприятиям по рациональному размещению источников загрязнения:

- внесение промышленных предприятий из крупных городов в малонаселенные районы с непригодными для с/х использования землями.
- оптимальное расположение промышленных предприятий с учетом топографии местности и розы ветров
- установление санитарно защитных зон вокруг промышленных предприятий и объектов энергетики.
- рациональная планировка городской застройки, обеспечивающая оптимальные экологические условия для человека.
- организация движения транспорта с целью уменьшения выбросов токсичных веществ в зонах жилой застройки.

4.3. Экологические проблемы гидросферы

Гидросфера – одна из главнейших составляющих нашей планеты. Она объединяет все свободные воды, которые могут передвигаться под влиянием солнечной энергии и сил гравитации, переходить из одного состояния в другое. Моря и океаны занимают около 71 % земной поверхности, в них сосредоточено около $1,4 \cdot 10^9 \text{ км}^3$ воды, что составляет

96,5 % всего объема гидросферы. Роль океана в жизни биосферы огромна: в нем протекает основное количество химических реакций, обуславливающих производство биомассы и химическую очистку биосферы.

Суммарная площадь всех внутренних водоемов суши составляет менее 3 % ее площади. На долю ледников приходится 1,6 % запасов воды в гидросфере, а их площадь составляет около 10 % площади континентов. Основная масса ледников – 90 % – сосредоточена в Антарктиде, но наибольшую площадь на планете занимают морские льды и сезонный снежный покров, хотя масса их в сотни раз меньше массы ледникового льда. В Северном полушарии в акватории Северного Ледовитого океана морской лед сохраняется летом на площади 8 млн. км², а зимой он распространяется на территории почти 18 млн. км², что в 2 раза больше площади Австралии. В Южном полушарии вокруг Антарктиды морской лед зимой покрывает 20 млн. км². Лед в ледниках непрерывно движется, что в прошлом неоднократно способствовало распространению ледниковых покровов на больших участках суши и моря. Однако скорость движения ледникового льда на 2 – 3 порядка меньше скорости движения воды в океане.

«Существование ледяной и снежной области в биосфере по ее прямым и косвенным последствиям является одной из важнейших черт строения области жизни» – так писал в 20-х годах прошлого века основоположник учения о биосфере В. И. Вернадский. Роль снега и льда в жизни земного шара становится все более очевидной и многогранной.

Снег – это твердые атмосферные осадки, состоящие из мелких ледяных кристалликов и их сростков (снежинок). Образование снежинок начинается в верхних слоях тропосферы при низких отрицательных температурах воздуха путем конденсации молекул водяного пара на так называемых, ядрах конденсации, когда относительная влажность воздуха достигает 100 %.

Ядрами конденсации служат пылинки любого минерального состава, рассеянные в атмосфере: космическая пыль, продукты вулканических извержений, кристаллики морской соли, пыль, поднятая с земли песчаными бурями, пыльца растений, а также загрязнители атмосферы антропогенного происхождения (дым и сажа из труб промышленных предприятий, выбросы автотранспорта, продукты различных взрывов, включая атомные). Таким образом, с самого начала своего образования

снежинка включает в свой состав инородную минеральную частицу и тем самым участвует в очищении атмосферы от примесей.

В экологическом отношении наибольшее значение имеет само появление снежного покрова, резко меняющее теплофизическое состояние земной поверхности, так как его «белоснежная» поверхность обладает много большей отражательной способностью (альбедо), чем свободная от снега почва и растительный покров. Альбедо чистого свежеснежного покрова 80–85 %, к весне оно снижается до 45–50 %, а альбедо почвы и растительного покрова редко превышает 20 %. В результате покрытая снегом поверхность недополучает огромную массу энергии солнечной радиации, отражая ее обратно в космос. Снежный покров в среднем за год покрывает до 60 млн. км² поверхности планеты.

Важнейшее свойство гидросферы – *единство всех видов природных вод* (Мирового океана, вод суши, водяного пара в атмосфере, подземных вод), которое осуществляется в процессе круговорота воды в природе. Движущими силами этого глобального процесса служат поступающая на поверхность Земли тепловая энергия Солнца и силы тяжести, обеспечивающие перемещение и возобновление природных вод всех видов.

Под воздействием тепловой энергии Солнца с поверхности Мирового океана и континентов ежегодно испаряются 577 км³ вод (слой 1130 мм) и перемещается вместе с воздушными массами. Часть воды возвращается в Мировой океан в виде выпадающих атмосферных осадков, формирующих звено малого круговорота воды в природе. Другая часть также в виде атмосферных осадков перемещается воздушными течениями на континенты, образуя звено большого круговорота воды в природе, в котором участвуют испарение с поверхности суши и атмосферные осадки, а также речной сток, частично возвращающийся в Мировой океан.

Климат на земле во многом зависит от водных пространств и содержания водяного пара. Из всех параметров климата наибольшее значение для живых организмов имеет температура, так как биологические процессы нормально протекают в довольно узком диапазоне температур – от 0 до 50 °С. Даже кратковременные нарушения климатического температурного режима могут привести к серьезным нарушениям флоры и фауны.

Вода выступает в качестве одного из важнейших экзогенных факторов, видоизменяющих лик земной поверхности. Теплоемкость воды в 3,3 тыс. раз больше теплоемкости воздуха. Поглощая огромное количество

тепловой энергии и медленно ее отдавая, вода служит *регулятором климатических процессов глобального масштаба*.

Вода входит в *состав клеток и тканей любого животного и растения*. Сложнейшие реакции в животных и растительных организмах могут протекать только при наличии воды. Жизнь на Земле зародилась в воде, она стала первичной средой для эволюции органического мира и входит в состав всех живых существ. По химическому составу морская вода, где развивалась начальная земная жизнь, очень близка к человеческой крови. Концентрация растворенных в морской воде солей составляет около 3,5 %, причем по химическому составу на 99,9 % это десять ионов: натрий, калий, хлор, бром, фтор, магний, кобальт и др. Соотношение главных ионов на протяжении миллионов лет остается постоянным, несмотря на непрерывный обмен веществ между океаном и сушей.

Общая масса воды, содержащейся в живых организмах, составляет около 2500 км³.

Водные ресурсы обладают *способностью к возобновлению и самоочищению* в процессе круговорота веществ. Факторы самоочищения водоемов многочисленны и разнообразны. Условно их можно разделить на три группы: физические, химические и биологические.

Среди *физических факторов*, обуславливающих самоочищение водоемов, первостепенное значение имеют разбавление, растворение и перемешивание поступающих загрязнений. Интенсивное течение реки обеспечивает хорошее перемешивание и снижение концентраций взвешенных частиц. Оседание в воде нерастворимых осадков, а также отстаивание загрязненных вод способствует самоочищению водоемов.

Увеличение интенсивности действия физических факторов способствует быстрому отмиранию загрязняющей микрофлоры. Микроорганизмы в силу собственной тяжести или осаждения на других органических и неорганических частицах постепенно оседают на дно, подвергаются действию других факторов. Исключение составляет температурный фактор. Снижение температуры воды благоприятствует длительному сохранению попадающих в водоемы бактерий и вирусов.

Важным физическим фактором самоочищения водоемов является ультрафиолетовое излучение Солнца. Под влиянием этого излучения происходит обеззараживание воды. Эффект обеззараживания основан на прямом губительном воздействии ультрафиолетовых лучей на белковые коллоиды и ферменты протоплазмы микробных клеток. Ультрафиолетовое

излучение может воздействовать не только на обычные бактерии, но и споровые организмы и вирусы.

В ходе *химического самоочищения* при осаждении на дно водоемов или при фильтрации в пласте вредные химические вещества сорбируются частицами пород, окисляются и восстанавливаются, выпадают в осадок, однако, как правило, полного самоочищения загрязненных вод не происходит.

Биологическое самоочищение водоемов обеспечивается совокупной деятельностью населяющих их организмов. Каждый водоем – это сложная экосистема, где обитают растения, специфические организмы и микроорганизмы, которые постоянно размножаются и отмирают. За 40 дней весь поверхностный пятисотметровый слой воды в океане проходит через фильтрационный аппарат планктона, а в течение года вся вода в океане очищается этим биологическим «фильтром».

Одной из важнейших природоохранных задач состоит в том, чтобы поддержать способность вод к самоочищению.

Вода является одним из важнейших природных ресурсов, во многом определяющих технический и социальный прогресс тех или иных регионов и стран. Вода является обязательным компонентом практически всех технологических процессов как сельскохозяйственных, так и промышленных производств. Количество потребляемой пресной воды в сотни раз превосходит масштабы потребления всех остальных природных ресурсов вместе взятых.

Потребление воды. Основой водных ресурсов России является речной сток, составляющий в среднем по водности года 4262 км^3 , из которых около 90 % приходится на бассейны Северного и Ледовитого и Тихого океанов. На бассейны Каспийского и Азовского морей, где проживает свыше 80 % населения России и сосредоточен ее основной промышленный и сельскохозяйственный потенциал, приходится менее 8 % среднегодового объема речного стока.

По данным Государственного водного кадастра, суммарный забор воды из пригородных водных объектов в 1998 г. составил $87,3 \text{ км}^3$. Из них для хозяйственных нужд было израсходовано $60,2 \text{ км}^3$ воды, в том числе из поверхностных источников – $52,2 \text{ км}^3$, подземных – $9,7 \text{ км}^3$, морской воды – $4,3 \text{ км}^3$.

Структура использования свежей воды отраслями экономики в 1998 г. выглядит следующим образом: промышленность – 57,3 %, жилищно-

коммунальное хозяйство – 20,5 %, сельское хозяйство – 18,9 %, другие водопотребители – 3,3 %.

В промышленности вода используется для приготовления растворов, охлаждения и нагревания жидкостей и газов, очистки растворов и газовых смесей, для транспортировки сырья, для теплоэнергетических целей, для удаления отходов, мытья оборудования, тары, помещений и т.д.

Много воды требуется химической промышленности. *Для примера*, средний химический комбинат ежедневно расходует (потребляет и отводит) 1–2 млн. м³ воды. При этом к качеству потребляемой воды предъявляются достаточно высокие требования, что вызывает необходимость сложных технологических процессов водоочистки и водоподготовки.

Постоянное увеличение расходования воды промышленностью связано не только с быстрым развитием последней, но и с ростом водоемкости производства, т.е. с увеличением расхода воды на единицу продукции. Так, на производство 1 т продукции расходуется воды (в м³): стали, чугуна – 15–20; кальцинированной соды – 10; серной кислоты – 25 – 80; азотной кислоты – 80–180; вискозного шелка – 300–400; синтетического волокна – 500; меди – 500; пластмасс – 500–1000; синтетического каучука – 2000–3000 и т.д.

Большие объемы воды потребляет *сельское хозяйство*. При этом $\frac{3}{4}$ ее теряется безвозвратно. *Например*, при выращивании 1 т пшеницы за вегетационный период требуется 1500 т воды, 1 т риса – 7000, хлопка – 10 000 т воды.

Поверхностные воды являются источником *хозяйственно-питьевого водоснабжения* многих крупных городов. Почти в половине городов с населением свыше 100 тыс. человек централизованное водоснабжение либо полностью основано на поверхностных водах, либо составляет более 90% в балансе водопотребления. В Российской Федерации централизованные системы водоснабжения по состоянию на 1998 г. имеют 1082 города (99,6 % их количества) и 1991 поселок городского типа (88 %). Из 158 тыс. сельских населенных пунктов России системы централизованного водоснабжения имеют 3,9 тыс. населенных пунктов (22 %) населения. Водопроводными системами подается 14,1 млрд. м³ питьевой воды в год.

Вместе с тем, свыше 65 % населения РФ проживает в условиях дефицита пресной воды. Мощность водопроводов составляет 90 млн. м³ в сутки, дефицит мощности водопроводов превышает 10 % имеющейся

мощности. В связи с этим при среднем уровне удельного водопотребления по РФ на хозяйственно-питьевые и коммунально-бытовые нужды – 264 л/сут на одного жителя, в ряде регионов этот показатель не превышает 150–200 л/сут.

Так как поверхностные воды практически не защищены от загрязнения, население этих городов находится под постоянной угрозой потребления воды, не соответствующей нормативам качества.

Для водоснабжения *сельских населенных пунктов* в основном используются подземные воды (9,8 млн. м³/сут или 87 % общего объема водопотребления), а также поверхностные источники (1,4 млн. м³/сут или 13 %). Из водопроводов несельскохозяйственного назначения сельские потребители получают 430 тыс. м³/сут. В отдельных районах используется привозная вода (140 тыс. м³/сут). В сельской местности водой низкого качества пользуется 16,6 млн. чел. (45 %), в том числе 11,1 млн. человек используют воду не питьевого качества из децентрализованных источников и 5,5 млн. человек потребляют недоброкачественную воду из сельских централизованных систем водоснабжения.

Использование воды для хозяйственных целей – одно из звеньев круговорота воды в природе. Но антропогенное звено круговорота отличается от естественного тем, что в процессе испарения лишь часть использованной человеком воды возвращается в атмосферу опресненной. Другая часть (составляющая при водоснабжении городов и большинства промышленных предприятий около 90 %) сбрасывается в реки и водоемы в виде сточных вод, загрязненных отходами производства.

Загрязнение вод. Своеобразие и уникальность природы России определяет большой спектр сочетаний экологических условий формирования качества поверхностного стока.

При отсутствии как гидробиологических, так и гидрохимических наблюдений на отдельных водных объектах степень их загрязнения, а следовательно, и экологическое состояние оцениваются на основании косвенных данных, прежде всего исходя из объема сбросов в водные объекты сточных вод с учетом степени их очистки.

К относительно чистым отнесены водные объекты, бассейны которых характеризуются большой залесенностью, отсутствием крупных промышленных предприятий, регулярного судоходства и молевого лесосплава.

Умеренно загрязненные водные объекты имеют признаки эвтрофирования, что позволяет использовать их как для промышленного, так и для питьевого водоснабжения.

В загрязненных водных объектах повышенные концентрации вредных веществ опасны для рыбоводства; для питьевого водоснабжения использование воды ограничено и допустимо лишь для некоторых технических целей.

Поверхностные воды как составная часть природной среды тесно связаны с состоянием литогенной основы, климатом и напряженностью антропогенных процессов. В зависимости от географического положения района загрязнение (изменение качества) воды происходит следующим образом:

1) путем сброса непосредственно в водотоки и водоемы отходов хозяйственной деятельности, промышленных и коммунальных сточных вод и т.д.;

2) через почву в процессе плоскостного стока и поверхностного смыва почвогрунтов (водная эрозия);

3) через почву в процессе грунтового питания речных систем;

4) через атмосферу за счет попадания загрязненных атмосферных осадков.

Согласно инструкции «Классификация источников загрязнения водных объектов» (1985 г.) источники загрязнения имеют следующие *признаки классификации*: происхождение; локализация; продолжительность воздействия; вид носителя загрязняющих компонентов; вид загрязнения.

Каждый из указанных признаков включает несколько типов поставщиков загрязнений:

1) *по происхождению*:

- антропогенные, в том числе, промышленные, коммунальные, сельскохозяйственные, транспортные, прочие;

- природные, в том числе, атмосферные, гидросферные, литосферные.

2) *по локализации*: точечные, линейные, площадные.

3) *по продолжительности воздействия*: постоянные, периодические, эпизодические.

4) *по виду носителя загрязняющих компонентов*: сточные воды, возвратные воды орошения и дренажные, инфильтрационные воды, подземные воды, поверхностный сток, нефть и газ при добыче и транспортировке, аэрозоли, атмосферные осадки, прочие;

5) *по виду загрязнения*: химические, неорганические, физические, тепловое, радиационное, биологическое, микробное, гельминтологическое, гидрофлорное.

Для каждого из источников загрязнений воды указанная инструкция приводит определения, очерчивающие границы его применения.

Промышленный источник – это хозяйственный объект, из которого происходит вынос загрязняющих веществ, полученных в процессе промышленного производства или являющихся продуктами промышленной переработки (выпуск сточных вод, промплощадка и т.п.).

Коммунальный источник - также хозяйственный объект, из которого происходит вынос загрязняющих веществ, образующихся в процессе удаления отходов бытовой деятельности людей (территория населенного пункта, свалка, полигон твердых и жидких бытовых отходов, поля фильтрации, орошения, выпуск сточных вод и т.п.).

Сельскохозяйственные источники образуются в процессе сельскохозяйственного производства (пахотные поля, рисовые поля, животноводческая ферма, осушительный коллектор и т.п.).

Транспортный источник – хозяйственный объект, по которому (или посредством которого) происходит перенос загрязняющих веществ по территории (автомагистраль, загрязненный водосток, трубопровод какого-то продукта, транспортное средство и т.п.).

Промышленное загрязнение. Происхождение и состав промышленных сточных вод определяется характером производства и водообеспечения.

На промышленных предприятиях до 90 % воды расходуется на охлаждение продуктов или аппаратов в технологических процессах, и сточная вода имеет лишь тепловое (1 категория) загрязнение.

Вода 2 категории водопользования служит в качестве поглощающей и транспортирующей нерастворимые дисперсные примеси и частично растворимые соли, которыми и загрязняется.

Вода 3 категории аналогична по происхождению 2-ой, но дополнительно нагревается при контакте с продуктами.

Вода 4 категории является непосредственно реакционным компонентом и загрязнена всеми компонентами технологического процесса.

Сточные воды промышленных предприятий *по генезису* подразделяются на 3 вида:

-производственные – использованные или сопутствующие технологическому процессу, которые в свою очередь можно разделить на загрязненные и условно (нормативно) чистые;

- бытовые – от санитарных узлов и пищеблоков, душевых установок;

- атмосферные – дождевые, талые; к ним можно отнести и поверхностные после полива территории.

Характер загрязнения производственных сточных вод в основном определяется профилем предприятия, составом перерабатываемых материалов, сырья и видом выпускаемой продукции.

Все многообразие производственных сточных вод *по характеру основных загрязнений* можно отнести к трем группам:

1) содержащие минеральные примеси (металлургия, машиностроение, производство строительных материалов, минеральных кислот, удобрений и т.д.);

2) содержащие органические примеси (предприятия органического синтеза, мясной, рыбной, консервной, пищевой промышленности и т.д.);

3) содержащие органоминеральные примеси (нефтедобывающие, нефтеперерабатывающие, текстильные и другие предприятия).

По концентрациям загрязненные производственные сточные воды подразделяются на 4 группы, мг/л:

- слабоконцентрированные 0–500;

- среднеконцентрированные 500–5000;

- концентрированные 5000–30000.

По агрессивности, рН:

- неагрессивные 6,6–8;

- слабоагрессивные 6–6,5 и 8–9;

- сильноагрессивные – менее 6 и более 9.

Металлы как загрязнители воды. В шлаках промышленных производств присутствуют разнообразные органические вещества и соединения тяжелых металлов. В настоящее время металлы являются одними из главных по объему выбросов загрязняющих веществ в водоемы. Считается, что если добыча данного элемента опережает его естественный перенос в биогеохимическом цикле в 10 раз, то такой элемент должен рассматриваться как загрязнитель. По многим металлам эта норма перекрыта сейчас в 15–20 и более раз.

Определенная аналогия свойств некоторых тяжелых металлов позволяет сгруппировать эти элементы и выявить общие закономерности их токсикологического воздействия на окружающую среду.

Многие металлы чрезвычайно токсичны для позвоночных уже в малых дозах (Hg, Pb, Cd), другие вызывают токсичные эффекты в больших дозах, хотя и являются микроэлементами. Металлы-токсиканты вездесущи: в различных формах они могут загрязнять все три области биосферы – воздух, воду и почву. Наиболее активное накопление металлов происходит в морской воде. Именно поэтому морепродукты, способные концентрировать загрязнения до угрожающих здоровью человека уровней, вызывают тревогу и обуславливают проблему безопасности пищи.

Американский исследователь Голдберг считает, что «для любого химического элемента найдется по крайней мере один вид планктона, способный эффективно его концентрировать». Действительно, медь, например, концентрируется в некоторых видах планктона в 90 000 раз больше, чем в окружающей морской воде. Для свинца и кобальта эти цифры соответственно в 12 000 и в 16 000 раз. Нахождение человека на самом конце пищевой цепи делает его особенно уязвимым к действию таких кумулятивных токсикантов.

Ртуть. Источниками ртути служат производства, связанные с обогащением руд, процессы электрохимического получения хлора, ртутные батареи, краска, пестициды и т.д. Одним из широко распространенных источников ртути являются всем известные люминесцентные лампы. Одна такая лампа дневного света содержит около 150 мг ртути и, будучи выброшенной на свалку и лишившись герметичности, способна загрязнить ртутью 500 тыс. м³ воздуха на уровне ПДК.

Ртуть – единственный в природных условиях жидкий металл, который испаряется даже при комнатной температуре. Поэтому действие ее всеобъемлюще. Она загрязняет и почву, и воздух, и воду.

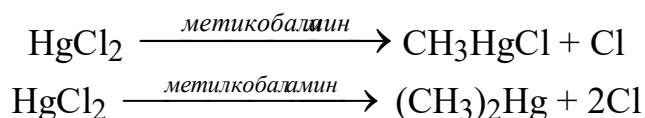
Ртуть – одна из лидеров «большой тройки» металлов (Hg, Pb, Cd), представляющую наибольшую опасность для людей и окружающей среды. Ртуть воздействует на нервную систему гидробионтов (прежде всего рыб и морских млекопитающих). По пищевым цепям она переносится и к человеку, вызывая тяжелые психические расстройства, врожденные тератологические эффекты (уродства) у детей и т.п.

Соединения одновалентной ртути не так токсичны, как двухвалентной. Наиболее опасны для живого органические соединения ртути – ион метилртути CH_3Hg^+ и диметилртуть $(\text{CH}_3)_2\text{Hg}$.

Соединения одновалентной ртути обладают низкой растворимостью в воде, двухвалентной же водорастворимы. Ртутьорганические соединения

(РОС) хорошо растворяются в жирах; диметилртуть, кроме того, летуча и легко впитывается кожей.

В водоемах ртуть может превращаться биогенно с помощью микроорганизмов из относительно малотоксичных форм в высокотоксичные. Такой процесс называют иногда *метилированием ртути в водоемах*. Он может быть описан следующими реакциями:



Метильные группы переносятся на ион Hg^{2+} от *метилкобаламина* – специфического кофермента (небелковой части фермента) бактерий. Метилкобаламин родственен известному витамину B_{12} и тоже содержит в составе своих молекул атомы кобальта.

Ртутьсодержащие пестициды (например, ртутьорганические фунгициды, использовавшиеся долгое время для протравки зерновых перед севом) могут также биогенно превращаться в еще более опасные соединения. В настоящее время почти все эти препараты запрещены к производству и использованию.

В 60-е гг. на побережье залива Минамата (Япония) ртуть, сброшенная заводами по переработке руд, была превращена бактериями в диметилртуть. Последняя накапливалась в рыбе, а люди, питающиеся рыбой, получали сильнейшие отравления (погибло более 50 человек). Рыбный промысел в заливе до сих пор запрещен: на дне моря лежит около 600 т ртути.

Ртуть представляет собой классический пример токсиканта с биологическим накоплением. Ее соединения концентрируются сначала с фито- и зоопланктоне, затем, проходя по пищевым цепям (от рыб до человека), все более кумулируются главным образом в жировых тканях.

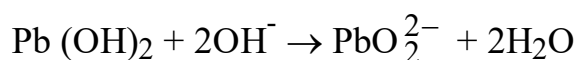
Важная характеристика токсиканта – *время удержания*, которые для ртути в организме позвоночных очень велико. Ртуть медленно и не полностью выводится из отравленного организма. Этим объясняется ее токсический кумулятивный эффект.

Свинец. Ежегодное мировое потребление свинца составляет около 3 млн. т, из которых – 40 % используют для производства аккумуляторных батарей, 20 % – тетраэтилсвинца (ТЭС) и тетраметилсвинца – присадок к бензину, 12 % – в строительстве, а 6 % – для покрытия кабелей.

В воду свинец может попадать из загрязненных им почв, а также путем прямых сбросов отходов в реки и моря. В условиях промышленного производства свинец попадает в воду различными путями. В свинцовых трубах и других местах, где возможен контакт этого металла с водой и кислородом воздуха, протекают процессы окисления:



В подщелоченной воде свинец может накапливаться в значительных концентрациях, образуя растворимые плюмбиты:



Тетраэтилсвинец $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{Pb}$ и тетраметилсвинец $(\text{CH}_3)_4\text{Pb}$ – это летучие ядовитые жидкие вещества, которые добавляют до сих пор как *антидетонирующие присадки* к бензину: (~ 80 мг/л). Поэтому выхлопы автомобилей являются наиболее серьезным источником загрязнения окружающей среды свинцом. Концентрация свинца в воздухе некоторых городов составляет около 5 мкг/см^3 , и ее значение ежегодно увеличивается на 5 %. Вдоль автомобильных дорог свинец абсорбируют растения (из воздуха, а не из почвы!), этот же процесс происходит при загрязнении поверхностных слоев вод.

Кадмий. Кадмий считается токсичнее свинца и отнесен Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) к числу наиболее опасных для здоровья человека веществ. Ежегодное производство кадмия в мире составляет около 20 000 т. И хотя его добывается меньше, чем ртути и свинца, он находит все большее применение в гальванике, в производстве полимеров, пигментов красок и *серебряно-кадмиевых аккумуляторов*. Если последние заменят в будущем распространенные сейчас свинцовые аккумуляторы, то выбросы кадмия в биосферу значительно возрастут и острота проблемы кадмиевого загрязнения окружающей среды усилится. Уже сейчас в Балтийское море, например, ежегодно со стоками попадает около 100 т этого металла.

На территориях, вовлеченных в хозяйственную деятельность человека, кадмий накапливают в своих организмах обитающие там животные. Так, содержание кадмия у дождевых червей *Lumbricus terrestris*, собранных в придорожной зоне, в 5,9 раза больше, чем у особей из

пригородных зон. С возрастом содержания кадмия в теле животных может увеличиваться до критических для их жизни уровней.

Радиоактивное загрязнение. Радиоактивные элементы попадают в поверхностные водоемы при сбрасывании в них радиоактивных отходов, захоронении отходов на дне. В подземные воды они просачиваются вместе с атмосферными водами и в результате взаимодействия подземных вод с радиоактивными горными породами. Наиболее вредны «долгоживущие» радиоактивные элементы, обладающие повышенной способностью к передвижению в воде (стронций – 90, уран, радий – 226, цезий).

Нефтяное загрязнение. Огромны масштабы нефтяного загрязнения природных вод. Миллионы тонн нефти ежегодно загрязняют морские и пресноводные экосистемы при авариях нефтеналивных судов, на нефтепромыслах в прибрежных зонах, при сбросе балластных вод. В случае образования поверхностных пленок, содержащих нефтяные углеводороды, нарушается газообмен на границе воздух – вода. Загрязняющие вещества, поступая в раствор, могут аккумулироваться в тканях и органах гидробионтов и оказывать токсическое воздействие на них.

Коммунально-бытовые сточные воды в больших количествах поступают из жилых и общественных зданий, прачечных, столовых, больниц и др. Согласно нормам, от одного жителя в сутки поступает в систему водоотведения (включая пребывание его на производстве) следующее количество загрязнений, г: взвешанных веществ – 65, органических (по БПК) в неосветленной жидкости – 75, в осветленной – 40, азота аммонийного – 8, фосфатов (по ангидриду) – 3,3, в том числе от моющих веществ – 1,6, хлоридов – 9, поверхностно-активных веществ 2,5.

В составе коммунально-бытовых сточных вод вызывающими тревогу загрязнителями становятся *синтетические поверхностно-активные вещества* (ПАВ), особенно те, которые входят в состав моющих средств бытовой химии. Последние содержат компоненты, способные связывать при стирке, *например*, сажу, пыль, пищевые отходы и пр.

Наиболее распространенным связывающим агентом в стиральных порошках и моющих средствах является смесь полифосфатов с триполифосфатом натрия $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$. Полифосфаты и триполифосфаты оказывают влияние на процессы очистки воды от органических загрязнителей.

Синтетические полимеры. Полимерные материалы попадают в воду прежде всего в виде мусорной упаковочной тары (банки, коробки, пакеты и т.п.). Большинство таких изделий не поддается биохимическому и

биологическому разложению и на длительное время загрязняет экосистемы. За рубежом ведутся поиски и создаются полимеры, способные разрушаться микробиологическим путем. В США на таких полимерных упаковках стоит клеймо «Поддается биохимическому разложению». Для стойких же к воздействию микроорганизмов полимеров необходимо разрабатывать новые технологии переработки, не связанные с термической обработкой, поскольку при сжигании этих изделий образуются токсичные соединения, *например*, из поливинилхлорида образуются диоксины.

Полимерные материалы обуславливают длительную по времени (вследствие своей химической инертности) «механическую замусоренность» акваторий портов и побережий, водоемов курортных зон и даже открытых морей, куда их уносят течения.

Стоки сельскохозяйственных производств. Повышение урожайности и продуктивности земель неизбежно связано с применением ядохимикатов, используемых для подавления вредителей растений и сорняков. Большое количество опасных загрязняющих веществ, такие как пестициды, аммонийный и нитратный азот, фосфор, калий и др., смываются с сельскохозяйственных территорий, включая площади, занимаемые животноводческими комплексами. По большей части они попадают в водоемы и водотоки без какой-либо очистки, а поэтому имеют высокую концентрацию органического вещества, биогенных элементов и других загрязнителей.

К наиболее опасным из них относятся хлорорганические соединения. Человечество явно недооценивало опасность производства хлорорганической продукции. Последняя выпускалась в значительных количествах, прежде всего в виде средств защиты растений. Кроме того, многие хлорорганические соединения (ХОС) получают в виде побочных веществ в различных производствах, использующих хлор и его производные (например, при отбеливании бумажной пульпы хлором на целлюлозно-бумажных комбинатах).

Крайне опасны полихлорполициклические соединения, так как, даже находясь в организме в ничтожных концентрациях, подавляют иммунную систему и адаптационные возможности, а в более высоких концентрациях канцерогенны. Они нарушают передачу нервных импульсов и некоторые генетические механизмы. Признано, что ПХПС на сегодняшний день – сильнейшие ксенобиотики, действие которых на биосферу полифункционально и еще далеко не полностью изучено.

Фосфоорганические соединения. Фосфоорганические соединения, так же как и хлорорганические, человек уже давно использует

как пестициды. Причем было выяснено, что первые менее устойчивы и время пребывания их в биосфере гораздо меньше, чем у хлорорганических пестицидов. *Например*, карбофос из организма рыб выводится в течение одного дня.

Однако в противовес этому, казалось бы, экологическому «плюсу» есть и «минус» – фосфорорганические соединения (ФОС) чаще всего более токсичны. Например, тетраэтилпирофосфат настолько ядовит, что лишь одна его капля (даже в случае кожного контакта) представляет смертельную дозу.

Механизм токсичного действия большинства фосфорорганических соединений основан на способности их ингибировать фермент *ацетилхолинэстеразу* (AChE). Этот фермент разрушает ацетилхолин (один из главных нейромедиаторов человека) после передачи нервного импульса от одного нервного волокна к другому в синапсах. Когда AChE ингибирована, ацетилхолин накапливается в синаптической щели, что приводит к нарушению функции нервной передачи, а значит, и к смерти (после судорог и паралича). Именно этот механизм был положен в основу действия многих военных химических отравляющих живой организм веществ (*например*, зарин, зоман, V-газы).

Следует подчеркнуть, что хлор- и фосфорорганические пестициды встречаются повсеместно, поскольку существует множество способов переноса их из одной системы в другую. Так, из почвы в атмосферу они попадают при испарении, из атмосферы в воду – вместе с осадками и путем гравитационного осаждения и т.д. Особенно много пестицидов попадает в воду при смыве с полей.

Эвтрофирование водоемов. Этот естественный процесс, характерный для всего геологического прошлого планеты, обычно протекает очень медленно и постепенно, однако в последние десятилетия, в связи с возросшим антропогенным воздействием, скорость его развития резко увеличилась.

Эвтрофикация – это повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления в воде биогенных элементов под действием антропогенных или естественных (природных) факторов.

Ускоренная, или так называемая *антропогенная эвтрофикация* связана с поступлением в водоемы значительного количества биогенных веществ – азота, фосфора и других элементов в виде удобрений, моющих веществ, отходов животноводства, атмосферных аэрозолей. В современных условиях эвтрофикация водоемов протекает в значительно менее продолжительные сроки – несколько десятилетий и менее.

Процессы антропогенной эвтрофикации охватывают в настоящее время многие крупные озера мира – Великие Американские озера, Балатон, Ладожское, Женевское, а также водохранилища и речные экосистемы, в первую очередь малые реки.

Антропогенная эвтрофикация отрицательно влияет на пресноводные экосистемы, приводя к перестройке структуры трофических связей гидробионтов, резкому возрастанию биомассы фитопланктона благодаря массовому размножению сине-зеленых водорослей, вызывающих «цветение» воды, ухудшающих ее качества и условия жизни гидробионтов, выделяющих опасные для жизни животных и человека токсины.

Загрязнение рек. Россия обладает одним из самых высоких водных потенциалов в мире – на каждого жителя России приходится свыше 30 000 м³/год воды. Однако в настоящее время из-за загрязнения или засорения около 70 % рек и озер России утратили свои качества как источника питьевого водоснабжения (Государственный доклад «Вода питьевая, 1995).

Загрязнение вод в *бассейне Волги*, расположенном в центре европейской части России, как и во многих речных бассейнах, обусловлено переизбытком промышленных, транспортных, коммунальных и сельскохозяйственных стоков. В настоящее время в Волжском бассейне антропогенная нагрузка на водные ресурсы в 8 раз превышает нагрузку по стране в целом.

Высокий уровень загрязнения наблюдается практически во всех притоках Волги, в первую очередь в Оке и Каме. В реку Каму поступают стоки анилинокрасильного производства, в других местах стоки завода синтетического каучука привели к накоплению высокотоксичного металла ртути в донных отложениях водоемов. ПДК загрязняющих веществ (нефтепродукты, медь и фенолы) в большей или меньшей степени превышены на всех водохранилищах Волжского каскада.

Вода в *Кубани* по всей длине реки загрязняется за счет стоков с орошаемых сельскохозяйственных угодий.

Река Нева относится к типу «загрязненных» из-за сбросов неочищенных стоков Санкт-Петербурга и недостаточной водопропускной дамбы.

Серьезная экологическая проблема – восстановление водности и чистоты *малых рек* (рек длиной не более 100 км), наиболее уязвимого звена в речных экосистемах. Именно они оказались наиболее восприимчивыми к антропогенному воздействию. Непродуманное

хозяйственное использование водных ресурсов и прилегающих земельных угодий вызвало их истощение (нередко и исчезновение), обмеление и загрязнение. По малым рекам Европейского Севера, Сибири, Дальнего Востока, Камчатки и Сахалина до сих пор сплавляется лес, в том числе молевым способом.

Истощение и загрязнение подземных вод. Кроме поверхностных вод постоянно загрязняются и *подземные воды*, в первую очередь в районах крупных промышленных центров. Источники загрязнения подземных вод весьма разнообразны. Загрязняющие вещества могут проникать к подземным водам различными путями: при просачивании промышленных и хозяйственно-бытовых стоков из хранилищ, прудов-накопителей, отстойников; по затрубному пространству неисправных скважин: через скважины и карстовые воронки.

К естественным источникам загрязнения относят сильно минерализованные (соленые и рассолы) подземные воды или морские воды, которые могут внедряться в пресные незагрязненные воды при эксплуатации водозаборных сооружений и откачке воды из скважин.

Загрязнения подземных вод не ограничиваются площадью промышленных предприятий, хранилищ отходов и т.д., а распространяются вниз по течению потока на расстояния до 20–30 км и более от источников загрязнения. Это создает реальную угрозу для питьевого водоснабжения в этих районах. Загрязняющие вещества, находящиеся в подземных водах, могут выноситься фильтрационным потоком в поверхностные водоемы и загрязнять их.

Практически во всех крупных промышленных городах мира, в том числе в Москве, Санкт-Петербурге, Киеве, Харькове, Донецке и других городах, где подземные воды длительное время эксплуатировались мощными водозаборами, возникли значительные депрессионные воронки (понижения) с радиусами до 20 км и более. *Так, например*, усиление водоотбора подземных вод в Москве привело к формированию огромной районной депрессии с глубиной до 70–80 м, а в отдельных районах города – до 110 м и более.

По данным Государственного водного кадастра, в 90-е годы в России в процессе работы подземных водозаборов отбиралось свыше 125 млн. м³/сут воды. В результате на значительных территориях резко изменились условия взаимосвязи подземных вод с другими компонентами природной среды, нарушилось функционирование наземных экосистем.

Интенсивная эксплуатация подземных вод в районах водозаборов и мощный водоотлив из шахт, карьеров приводят к изменению взаимосвязи

поверхностных и подземных вод, к значительному ущербу речного стока, к прекращению деятельности тысяч родников, многих десятков ручьев и небольших рек.

В связи со значительным снижением уровней подземных вод осушаются заболоченные территории с большим видовым разнообразием растительности. Длительная интенсификация подземных водозаборов в определенных геолого-гидрологических условиях может вызвать медленное оседание и деформацию земной поверхности. Последнее негативно сказывается на состоянии экосистем, особенно прибрежных районов, где затапливаются пониженные участки и нарушается нормальное функционирование естественных сообществ организмов и всей среды обитания человека.

Истощению подземных вод способствует также длительный неконтролируемый самоизлив артезианских вод из скважин.

Изменения морских экосистем. Скорости поступления загрязняющих веществ в Мировой океан в последнее время резко возросли. Ежегодно в океан сбрасывается до 300 млрд. м³ сточных вод, 90 % которых не подвергается очистке. Экологические последствия загрязнения морских экосистем выражаются в следующих процессах и явлениях: нарушении устойчивости экосистем; прогрессирующей эвтрофикации; накоплении химических токсикантов в биоте; снижении биологической продуктивности, возникновении мутагенеза и канцерогенеза в морской среде, микробиологическом загрязнении прибрежных районов моря.

Обширные пространства России омываются рядом различных по природным условиям морей, расположенных в основном по периферии российской территории. Наиболее характерный показатель экологического состояния морей – степень их загрязнения.

Для упрощенной сравнительной оценки качества вод различных водных объектов (независимо от присутствия различных загрязняющих веществ), а также для выявления тенденции качества вод по годам используется индекс загрязненности водных объектов (ИЗВ), в расчетах которого учитывается концентрация загрязняющего вещества и определенное число показателей. При равенстве концентраций предпочтение отдается веществам, имеющим токсикологический признак вредности.

К факторам загрязнения морей относят: сбросы промышленных, бытовых и сельскохозяйственных отходов; потери нефти и нефтепродуктов при транспортировке, морском бурении, авариях танкеров

и промывке судовых цистерн; свалка в море грунтов, изъятых при углублении судоходных каналов и береговых работах; ядерные испытания и разрушение затопленных в море контейнеров с радиоактивными и отравляющими веществами; атмосферные переносы загрязняющих веществ.

В море приносятся твердые, жидкие, в некоторых случаях газообразные загрязнители, в том числе синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Нитраты поступают больше всего в Азовское, Черное, Балтийское и Японское моря и сравнительно немного в Каспийское море. Приток СПАВ особенно велик в Японское, Балтийское и Черное моря. Фенолы в значительных количествах поступают в Японское и Балтийское моря.

Воды открытых районов и большинства прибрежных вод *Каспийского моря* относятся к «загрязненным», взморья реки Терек – к «грязным».

Ухудшилось качество вод в районах Избербаша и Дербента – из «загрязненных» они переведены в «грязные». К наиболее загрязненным районам Каспийского моря относится акватория у Апшеронского полуострова, куда поступают стоки с таких крупных центров нефтехимии, как Баку и Сумгаит, где традиционно ведется добыча нефти в море.

Загрязненность вод *Азовского моря* вызвана главным образом поступлением загрязняющих веществ, значительную часть которых приносят стоки Дона и Кубани.

Наиболее характерная природно-экологическая черта *Черного моря* – отсутствие кислорода в его водах от горизонтов 100–200 м и до дна и постоянное содержание в них сероводорода. Глубоководная зона моря почти безжизненна.

В *Балтийское море* загрязняющие вещества приносят в основном речные воды и береговой сток. Содержание тяжелых металлов в водах Финского залива превышает средние концентрации для меди в 10 раз, для ртути в 5–7 раз, свинца в 8–10 раз, кадмия в 3–4 раза, цинка в 3–4 раза.

Основная часть антропогенной нагрузки приходится на прибрежную зону моря, главным образом Двинского и Кандалакшского заливов и в меньшей степени Онежского залива. В результате загрязнения вод резко сократилось количество моллюсков жемчужниц в речных и морских водах.

В прибрежной зоне *Баренцева моря* концентрации нефтепродуктов превышают ПДК в десятки раз, фенолов – почти в 20 раз, наблюдается эвтрофирование вод. В открытые районы моря загрязняющие вещества поступают из прибрежной зоны и приносятся из Норвежского моря

Нордкапским течением, а далее Мурманским течением распространяются на восток, затем общей циркуляцией вод разносятся по морю.

Загрязнение вод *Карского моря* наиболее значительно в устьях рек и приустьевых участках моря. В результате лесосплава по рекам в прибрежных морских водах наблюдается скопление плавающей деловой древесины. Загрязнителями некоторых участков моря служат «свалки» грунта и «кладбища» кораблей в припортовых водах острова Диксон.

В *море Лаптевых* загрязнены в основном прибрежные воды и приустьевые участки.

Прибрежные воды *Восточно-Сибирского моря* обычно характеризуются сравнительно небольшим загрязнением. Повышенные концентрации тяжелых металлов наблюдаются в зонах влияния речного стока, который содержит отходы горно-обогатительных комбинатов. По степени загрязнения воды Восточно-Сибирского моря относятся к умеренно загрязненным.

В *Чукотском море* загрязнение повышено в портовых акваториях и на судоходных трассах. В целом арктические моря, за исключением некоторых районов, характеризуются величинами содержащихся в них загрязнителей, находящимися в пределах регионального фона.

Основные источники загрязнения *Берингова моря* – промышленные и бытовые стоки. В северо-западных и западных районах Берингова моря прибрежные воды характеризуются как грязные, несколько мориственнее распространены воды загрязненные, далее в открытых районах моря отмечаются умеренно загрязненные воды.

Значительная антропогенная нагрузка *Охотского моря* приходится на прибрежные воды в районе Магадана, и ее заметные, но различные величины охватывают локальные участки в разных районах моря.

Открытые пространства центральной части *Японского моря* относительно чистые. Прибрежная зона, особенно в районах, где расположены порты и промышленные центры, загрязнена наиболее значительно. Основные источники загрязнения – промышленные и бытовые стоки. Значительная часть загрязнителей выносятся в прибрежные районы реками Партизанская, Артемовка и Раздольная.

В целом, моря, омывающие берега России, нуждаются в серьезной, продуманной защите от экологически вредного антропогенного влияния.

4.4. Основные направления работ по охране и регулированию качества вод

Под охраной вод понимают систему мер, направленных на предотвращение, ограничение и устранение последствий загрязнения, засорения и истощения вод (ГОСТ 17.11.01 – 77). Загрязнение означает присутствие веществ, вызывающих нарушение норм качества вод, засорение – накопление в воде посторонних предметов, а истощение – уменьшение минимально допустимого стока поверхностных вод или сокращение запасов подземных вод.

В систему мер по охране вод включены как законодательные, юридические, правовые и административные акты, регламентирующие деятельность человека посредством соблюдения установленных значений показателей, обеспечивающих благополучие водных объектов, так и организационно-технологические мероприятия, позволяющие их достигнуть.

Лучшим способом охраны вод является недопущение или сведение к минимуму их загрязнения. Наиболее общими и значимыми *мероприятиями для поверхностных вод* являются:

- совершенствование технологических процессов в промышленности в направлении снижения водопотребления, создания оборотных, повторных, многократных систем водоснабжения;
- разработка и внедрение малоотходных технологий;
- обеспечение полной биологической очистки и глубокой доочистки сточных вод населенных мест и промпредприятий;
- рациональное водопользование в сельском хозяйстве, включая обоснованность и режимность в применении удобрений и пестицидов;
- соблюдение водоохранных зон и правил хозяйственной деятельности в них;
- рациональное ведение хозяйства в пределах территории водосбора;
- соблюдение природоохранных норм добычи и разработки подземных ископаемых, их обогащения, транспортировки, включая нефть и продукты ее переработки;
- соблюдение правил производства буровых и строительно-монтажных работ в водоохранных зонах;
- предотвращение сброса любых отходов с судов и иных плавучих средств;
- сокращение (а по возможности и предотвращение) поступления биогенных элементов (азота и фосфора);

- обеспечение постоянного контроля состояния и показателей состава водоемов.

Под *регулированием качества* понимают воздействие на факторы, влияющие на состояние водного объекта, с целью соблюдения норм качества воды. Первостепенным в этом направлении деятельности является решение проблем, связанных с *обеспечением населения доброкачественной питьевой водой*. Согласно Водного кодекса Российской Федерации (1995 г.) и Государственного доклада «О состоянии окружающей природной среды Российской Федерации за 1993–1995 годы» для решения проблемы питьевого водоснабжения на территории РФ необходимо *выполнение комплекса мер по следующим стратегическим направлениям*:

1. Повышение надежности систем хозяйственно-питьевого водоснабжения, включая интенсификацию использования подземных вод, проведение мероприятий по охране поверхностных и подземных водных объектов (в том числе создание зон санитарной охраны и соблюдение регламентированного режима хозяйствования в этих зонах), реконструкцию и техническое перевооружение водопроводно-канализационного хозяйства и сопряженных с ними служб.

2. Совершенствование и развитие государственной системы управления и нормативно-правовой базы обеспечения населения качественной питьевой водой.

3. Совершенствование экономического механизма по обеспечению питьевого водоснабжения; усиление государственного контроля за состоянием источников питьевого водоснабжения.

4. Обеспечение механизмов целевого использования ресурсов питьевой воды и развитие государственного контроля ее потребления.

Под *охраной подземных вод* понимается комплекс мероприятий, направленных на сохранение и улучшение такого качественного и количественного состояния подземных вод, которое позволяет использовать их в народном хозяйстве. Загрязнение подземных вод взаимосвязано с состоянием окружающей природной среды: невозможно предотвратить их загрязнение, если отходы поступают в поверхностные воды, атмосферу, почвы, поскольку все составляющие биосферы тесно связаны круговоротом воды.

Охрана подземных вод включает:

- строгое соблюдение Закона об охране окружающей природной среды России и нормативных актов, особенно касающихся подземных вод;
- осуществление технических и технологических мер, направленных

на уменьшение загрязнения окружающей среды и подземных вод, в том числе, сокращение количества различных промышленных отходов, создание безводных и малоотходных производств, оборотное водоснабжение, совершенствование методов очистки вод и соблюдение технологических регламентов эксплуатации очистных сооружений, очистка поверхностного стока и т.д.;

- строгое соблюдение требований по порядку проведения разведки на подземные воды, по проектированию, строительству и эксплуатации водозаборов подземных вод;

- проведение водоохраных мероприятий по защите подземных вод.

Проведение специальных защитных мероприятий требует больших затрат, зачастую представляет собой сложную и громоздкую техническую систему, включающую обязательную очистку откачиваемых загрязненных вод. Поэтому в охране подземных вод наиболее важными являются предупредительные мероприятия, не допускающие их загрязнения.

Под *истощением подземных вод* понимается уменьшение их естественных и (или) искусственных запасов вследствие превышения расхода подземных вод над их питанием. Причинами подобного истощения могут быть вырубка лесов, распашка земель, спрямление и отвод рек, отбор подземных вод водозаборами, дренажами и т.д. При этом истощение может иметь временный (сезонный) и постоянный (из-за хозяйственной деятельности) характер.

Техническое пополнение запасов подземных вод осуществляется созданием плотин, дамб, запруд, прудов, регулирующих сток водотоков или атмосферный сток, путем перекачки вод из напорных горизонтов, задержки снеготаяния, применения биохимически очищенных сточных вод, уменьшения испарения, совершенствования способов полива и орошения сельхозугодий.

4.5. Экологические проблемы литосферы

Литосфера – земная кора, наружная твердая каменная оболочка земного шара силикатного состава, толщиной 30–80 км. Живые организмы в литосфере имеются на глубине до 3 км. Экологическая функция литосферы выражается в том, что она является «базовой подсистемой биосферы», так как вся континентальная и почти вся морская биота опирается на земную кору.

Кроме того, литосфера служит основным поставщиком минерально-сырьевых и в том числе энергетических ресурсов, большая часть которых относится к невозобновимым.

Почва – поверхностный плодородный слой земной коры, созданный под совокупным влиянием внешних условий: тепла, воды, воздуха, растительных и животных организмов, особенно микроорганизмов.

Свойства почвы определяют само существование высших и низших растений, многих животных, образование и распространение сообществ. Жизненно необходимый обмен минеральными веществами между биосферой и неорганическим миром происходит именно в почве. К факторам почвообразования относятся также рельеф и деятельность человека.

Живые организмы способствуют развитию основного свойства почвы – плодородия. В результате разложения растительного детрита, состоящего из опада и отмерших частей растений, образуются гуминовые вещества – основа почвенного *гумуса*. Соединяясь с мельчайшими минеральными частицами, гуминовые вещества образуют мицеллы глинисто-гумусового комплекса почвы. Они удерживают на своей поверхности ионы растворимых солей, обеспечивают равновесный ионный обмен с почвенным раствором и тем самым влияют на условия питания растений. Содержание гумуса в почве и мощность богатого гумусового слоя в значительной мере определяют плодородие почвы.

Плодородием почвы называют ее способность обеспечивать растения необходимым количеством питательных элементов, воды и воздуха. Оно складывается в ходе почвообразовательного процесса и воздействия человека на почву.

Естественное плодородие почвы связано с запасом питательных веществ в ней и ее водным, воздушным и тепловым режимами. Почва обеспечивает потребность растений в водном и азотном питании, являясь важнейшим агентом их фотосинтетической деятельности. Плодородие почвы зависит также от величины аккумулированной в ней солнечной энергии. Растительность аккумулирует ежегодно большое количество солнечной энергии в ходе фотосинтеза и создании биомассы, трансформируясь в органическое вещество. Большая часть синтезированного органического вещества вследствие его разложения возвращается в почву и воду.

Основные свойства почвы как экологической среды – это ее физическая структура, механический и химический состав, pH и окислительно-восстановительные условия, содержание органических

веществ, аэрация, влагоемкость и увлажненность. Различные сочетания этих свойств образуют множество разновидностей почв и разнообразие почвенных условий.

Сейчас на Земле по распространенности ведущее положение занимают *четыре типологические группы почв*:

1) почвы влажных тропиков и субтропиков, преимущественно красноземы и желтоземы, для которых характерны богатство минерального состава и большая подвижность органики;

2) плодородные почвы саванн и степей – черноземы, каштановые и коричневые почвы с мощным гумусовым слоем;

3) скудные и неустойчивые почвы пустынь и полупустынь, относящиеся к разным климатическим зонам;

4) относительно бедные почвы лесов умеренного пояса – подзолистые, бурые и серые лесные почвы.

Химический состав почв очень разнообразен. Содержание в почве некоторых ионов имеет большое экологическое значение. Почвы, залегающие на известняках, богаты кальцием. На них развивается специфическая кальцефитная растительность. Другие растения, наоборот, избегают высоких концентраций кальция в почве. Своеобразна растительность засоленных почв, богатых натрием и хлором (галофиты солончаков, морских берегов). Активная реакция большинства почв близка к нейтральной ($\text{pH} = 7$). Известковые и засоленные почвы имеют щелочную реакцию ($\text{pH} = 8-9$), а болотные почвы и торфяники – кислую ($\text{pH} = 4-5$). Известны эндемические фитоценозы, связанные с участками почвы, содержащей повышенные количества некоторых микроэлементов. Многие представители почвенной фауны также чувствительны к ионному составу почв.

Почва – открытая экологическая система, находящаяся в постоянных обменных взаимодействиях с другими элементами биосферы, зависящая от их состояния и, в свою очередь, оказывающая весьма существенное влияние на сопредельные элементы биосферы (атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды).

Почвенный покров принадлежит к *саморегулирующейся биологической системе*. Живые организмы, растения и животные, населяющие Землю, фиксируют солнечную энергию в форме фито- или зоомассы. Продуктивность наземных экосистем зависит от теплового и водного балансов земной поверхности. В природных экосистемах процессы производства и разложения органики сбалансированы таким образом, что отходы одних организмов служат средой обитания для других

и таким образом осуществляется практически замкнутый круговорот веществ в природе, в ходе которого около 90 % энергии расходуется на разложение и возвращение веществ в биогеохимический кругооборот.

Почва представляет собой основной источник продовольствия, обеспечивающий 95–97 % продовольственных ресурсов для населения планеты. Площадь земельных ресурсов мира составляет 129 млн. км², или 86,5 % площади суши. Пашня и многолетние насаждения в составе сельскохозяйственных угодий занимают около 15 млн. км² (10 % суши), сенокосы и пастбища – 37,4 млн. км² (25 %). Общая площадь пахотнопригодных земель оценивается различными исследователями от 25 до 32 млн. км².

Почва находится под постоянным прессом воздействия компонентов климата и погоды, флоры и фауны, а в современных условиях порой испытывает запредельное воздействие антропогенных нагрузок.

Антропогенное воздействие на почвы. Воздействие человека на литосферу приближается к пределам, переход которых может вызвать необратимые процессы почти по всей поверхностной части земной коры. В процессе преобразования литосферы (на начало 90-х годов) извлечено 125 млрд. т угля, 32 млрд. т нефти, более 100 млрд. т других полезных ископаемых. Распахано более 1500 млн. га земель, заболочено и засолено 20 млн. га. Эрозией за последние сто лет уничтожено 2 млн. га, площадь оврагов превысила 25 млн. га. Высота терриконов достигает 300 м, горных отвалов – 150 м, глубина шахт, пройденных для добычи золота, превышает 4 км (Южная Африка), нефтяных скважин 6 км.

Таким образом, техногенным изменениям подвержены все составляющие литосферы: 1) почвы; 2) горные породы и их массивы; 3) недра.

Основными видами антропогенного воздействия на почвы является:

1) эрозия; 2) загрязнение; 3) вторичное засоление и заболачивание; 4) опустынивание; 5) отчуждение земель для промышленного и коммунального строительства.

Эрозия почв. Существует несколько видов антропогенной эрозии почв: промышленная (разрушение сельскохозяйственных земель при строительстве и разработке карьеров); военная (воронки, траншеи); пастбищная (при интенсивной пастьбе скота); ирригационная (разрушение почв при прокладке каналов и нарушении норм поливов). Однако, настоящим бичом земледелия в мире остаются водная эрозия (ей

подвержены 31 % суши) и ветровая эрозия (дефляция), активно действующая на 34 % поверхности суши.

Эрозия почв – разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром (ветровая эрозия) или потоками воды (водная эрозия). Земли, подвергшиеся разрушению в процессе эрозии, называют эродированными.

В США подвержено эрозии 40 % всех сельскохозяйственных земель, в засушливых районах мира – 60 % от общей площади, из них 20 % сильно эродированы. В РФ из 605 млн. га площади сельхозугодий свыше 40 % эродированы или находятся под угрозой эрозии.

Эрозия оказывает существенное негативное влияние на состояние почвенного покрова, во многих случаях разрушая его полностью. Падает биологическая продуктивность растений, снижаются урожаи и качество зерновых культур, хлопка, чая и др.

Ветровая эрозия. Интенсивность ветровой эрозии зависит от скорости ветра, устойчивости почвы, наличия растительного покрова, особенностей рельефа. Особое влияние на ее развитие оказывают антропогенные факторы. *Например*, уничтожение растительности, нерегулируемый выпас скота, неправильное применение агротехнических мер резко активизирует эрозионные процессы.

Под ветровой эрозией понимают выдувание, перенос и отложение мельчайших почвенных частиц ветром.

Различают *местную* (повседневную) ветровую эрозию и *пыльные бури*. Первая проявляется в виде поземок и столбов пыли при небольших скоростях ветра. Пыльные бури возникают при очень сильных и продолжительных ветрах, скорость ветра достигает 20–30 м/с. Наиболее часто пыльные бури наблюдаются в засушливых районах (сухие степи, полупустыни, пустыни). Пыльные бури безвозвратно уносят самый плодородный слой почв; они способны развеять за несколько часов до 500 т почвы с 1 га пашни, негативно влияют на все компоненты окружающей природной среды, загрязняют атмосферный воздух, водоемы, отрицательно влияют на здоровье человека.

В России пыльные бури неоднократно возникали в Нижнем Поволжье, на Северном Кавказе, в Башкирии. В настоящее время крупнейший источник пыли – Арал. На космических снимках видны шлейфы пыли, которые тянутся в стороны от Арала на многие сотни километров. Общая масса переносимой ветром пыли в районе Арала достигает 90 млн. т в год. Другой крупный пылевой очаг в России – Черные земли Калмыкии.

Водная эрозия почв (земель). Различают несколько форм водной эрозии: плоскостную, струйчатую, овражную, береговую.

Под водной эрозией понимают разрушение почв под действием временных водных потоков.

Как и в случае ветровой эрозии, условия для проявления водной эрозии создают природные факторы, а основной причиной ее развития является производственная и иная деятельность человека: уничтожение растительности и лесов, чрезмерный выпас скота, отвальная обработка почв. В частности, появление новой тяжелой почвообрабатывающей техники, разрушающей структуру почвы, - одна из причин активизации водной эрозии в последние десятилетия.

Среди различных форм проявления водной эрозии значительный вред природной среде и в первую очередь почвам приносит *овражная эрозия*. Экологический ущерб от оврагов огромен. Овраги уничтожают ценные сельскохозяйственные земли, способствуют интенсивному смыву почвенного покрова, заиливают малые реки и водохранилища, создают густо расчлененный рельеф. Площадь оврагов только на территории Русской равнины составляет 5 млн. га и продолжает увеличиваться.

Загрязнение почв. Основная часть загрязняющих веществ поступает в почвы с атмосферными осадками, отходами производства и бытовыми отходами с мест их складирования, пестицидами и удобрениями, вносимыми в почву.

Наиболее важной в современных условиях сельскохозяйственного производства является оценка загрязнения почв пестицидами.

Пестициды – ядохимикаты, применяемые для уничтожения вредных организмов, животных, растений, бактерий и болезнетворных грибов.

Пестициды включают обширную группу химических веществ различных классов и химической природы. Ежегодно в мире применяется более 1 млн. т одних только гербицидов, включающих 900 наименований, почти 90 % этих веществ в конечном итоге попадает в почву.

Проявление токсического эффекта пестицидов в почве и процессы накопления зависят от ряда факторов: объемов и сроков внесения, свойств пестицида, сорбции, механического состава и структуры почвы, наличие органического вещества, рН, влажности и др.

ПДК пестицидов в почве представляет собой максимальное содержание остатков пестицидов, при котором они мигрируют в сопредельные среды в количествах, не превышающих гигиенические нормативы, а также не влияют отрицательно на биологическую активность почвы.

В зависимости от назначения, химической природы и патогенных свойств для теплокровных и человека принято несколько классификаций пестицидов: химическая, производственная, гигиеническая.

По *химической структуре* различают пестициды: хлорорганические, фосфорорганические, ртутьорганические, мышьякосодержащие, производные мочевины, цианистые соединения, производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовой кислот, препараты меди, производные фенола, серы и ее соединений.

По *объекту воздействия* различают пестициды, направленные против насекомых (инсектициды), болезнетворных грибов (фунгициды), позвоночных животных (зооциды), нематод (нематоциды), бактерий (бактерициды), сорных растений (гербициды), клещей (акарициды) и др.

К пестицидам относят также химические вещества для отпугивания насекомых, грызунов и других животных (репелленты), привлечения насекомых с последующим их уничтожением (аттрактанты), половой стерилизации насекомых (стерилизаторы).

К пестицидам относятся дефолианты – средства для удаления листьев, десиканты – препараты для высушивания листьев на корню, дефлоранты – вещества для удаления излишних цветов. В сельскохозяйственной практике применяются как общеистребительные гербициды, уничтожающие все растения на обрабатываемой площади, так и избирательные, губительно действующие только на сорную растительность. Существуют химические средства стимулирования и торможения роста растений, препараты для предуборочного удаления листьев и подсушивания растений.

Гигиеническая классификация пестицидов учитывает степень их ядовитости (токсичности) для биологических объектов, кумулятивные свойства и стойкость с учетом возможности циркуляции во внешней среде.

Только в России используется более 100 индивидуальных пестицидов при общем годовом объеме их производства – 100 тыс. т.

Пестициды – это единственный загрязнитель, который сознательно вносится человеком в окружающую среду. Все виды пестицидов представляют собой яды и поражают не только животных-вредителей, растения и возбудителей болезней культурных растений, но и полезных животных и растений, а также представляют серьезную опасность для человека.

Несбалансированное применение пестицидов приводит к подавлению биологической активности почв и препятствует естественному восстановлению плодородия, увеличивает потери и

сокращает сроки хранения сельскохозяйственной продукции, снижает урожайность ряда культур из-за гибели насекомых-опылителей.

Пестициды обладают способностью накапливаться в окружающей среде и организме животных и человека, передаваясь по пищевым цепочкам, нарушают обмен веществ, повреждают структуры клеток, в том числе аппарат наследственности. Чрезвычайно опасны пестициды для детей, поскольку вызывают у них болезни кожи, пищеварительного тракта, органов дыхания, нарушение обмена веществ, отставание в физическом развитии.

В 1999 г. подразделениями Росгидромета выборочно обследованы почвы на загрязнение пестицидами на территории 34 субъектов Российской Федерации: весной – 17,5 % тыс. га и осенью – 19,5 % тыс. га. В 2,9 тыс. объединенных проб почвы определялись пестициды 21 наименования.

Обследование установило загрязнение почв следующими видами пестицидов: суммарным ДДТ, метафосом, трефланом и 2,4 – Д. Загрязненные почвы обнаружены в 12 субъектах Российской Федерации из 34 обследованных. Наибольшие площади загрязненных почв отмечены в Курской области и на Северном Кавказе. Почвы Ростовской области загрязнены метафосом на уровне 1,0–4,0 ПДК под зерновыми, кукурузой, корнеплодами, зернобобовыми, садовыми и другими культурами. В Краснодарском крае отмечено загрязнение почв метафосом (2,2 ПДК) под корнеплодами. Впервые в Брянской области обнаружено значительное загрязнение почв под садами суммарным ДДТ, составляющим 4,5–6,2 ПДК. На территории Омской области, как и в предыдущие годы, почвы под овощами загрязнены трефланом на 7,6 % обследованной площади. В Белгородской, Иркутской, Курганской, Самарской, Новосибирской, Ульяновской областях и Мордовии площади загрязненных почв не превышают 3 % обследованной территории.

Не обнаружено загрязнение почв в Алтайском и Приморском краях, Астраханской, Владимирской, Воронежской, Ивановской, Костромской, Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Рязанской, Тамбовской, Томской, Тульской и Ярославской областях, Марий-Эл, Татарстане, Удмуртии, Чувашии.

Агрохимикаты. Потеря естественного плодородия почв приводит к необходимости постоянно увеличивать объемы применения удобрений. Агрохимикаты – это удобрения, химические мелиоранты, кормовые добавки, предназначенные для питания растений, регулирования плодородия почв и подкормки животных. Сроки и количество внесения

удобрений нуждаются в тонкой балансировке. Почвы загрязняются минеральными удобрениями в случаях, если их используют в неумеренных количествах, теряют при производстве, транспортировке и хранении. Из азотных, суперфосфатных и других типов удобрений в почву в больших количествах мигрируют нитраты, сульфаты, хлориды и другие соединения.

В последние годы выявлен еще один неблагоприятный аспект неумеренного потребления минеральных удобрений и в первую очередь *нитратов*. В удобрениях азот присутствует в виде аммониевых или нитратных соединений, в наиболее усвояемой растениями форме. Подкормки азотными удобрениями способствуют увеличению содержания белка в зерне пшеницы, фосфорными и калийными подпитками повышают содержание крахмала в картофеле и сахара в свекле. Таким образом, сами по себе нитраты не представляют особой опасности для здоровья человека и животных, но легко образующиеся из них нитриты высокотоксичны, вызывают, в частности, тяжелое заболевание крови.

Оказалось, что большое количество нитратов снижает содержание кислорода в почве, а это способствует повышенному выделению в атмосферу двух «парниковых» газов – закиси азота и метана.

Загрязнение почв тяжелыми металлами. Многолетние наблюдения за содержанием тяжелых металлов в почвах 200 населенных пунктах России показало, что к чрезвычайно опасной категории загрязнения относятся почвы 0,5 % обследованных населенных пунктов, к опасной категории загрязнения – 3,5 %, к умеренно опасной категории загрязнения – 8,5 %.

Почвы остальных 87,5 % населенных пунктов можно отнести к допустимой категории загрязнения, хотя практически во всех городах отдельные участки имеют более высокую категорию загрязнения тяжелыми металлами, чем в целом по городу. Самыми мощными источниками загрязнения почв тяжелыми металлами в городах являются комбинаты черной и цветной металлургии, а в сельской местности – минеральные удобрения, содержащие тяжелые металлы в качестве примесей.

В загрязнении почвенного покрова Москвы участвует 37 металлов. 22,2 % территории города относится к категории среднего загрязнения, 19,6 % – сильного загрязнения и 5,8 % территории имеет максимальный уровень загрязнения почв.

В 1999 г. Росгидрометом был проведен эколого-токсикологический анализ почв 34,4 млн. га сельскохозяйственных угодий на содержание тяжелых металлов (из имеющихся 221,1 млн. га). В результате

обследования выявлено 1,1 млн. га земель, загрязненных тяжелыми металлами.

Доля почв, загрязненных элементами первой группы опасности (высоко опасные вещества), не превысила 2 %, а загрязнение почв ртутью, относящейся к этой группе, практически не выявлено.

Доля почв, загрязненных медью, относящейся ко второй группе опасности (умеренно опасные вещества), составила 3,8 %, загрязнение остальными элементами этой группы менее значительно.

Среднее содержание тяжелых металлов в пахотном горизонте обследованных почв в основном не выше 0,5 ПДК. Превышение ПДК тяжелых металлов в почвах отмечено в Бурятии, Дагестане, Краснодарском и Приморском краях, а также в Иркутской, Сахалинской, Костромской, Читинской, Мурманской, Оренбургской и Кемеровской областях.

Вторичное засоление и заболачивание почв. В процессе хозяйственной деятельности человек может усиливать природное засоление почв. Такое явление носит название вторичного засоления и развивается оно при неумеренном поливе орошаемых земель в засушливых районах.

Во всем мире процессам вторичного засоления и осолонцевания подвержено около 30 % орошаемых земель. Площадь засоленных почв России составляет 36 млн. га (18 % общей площади орошаемых земель). Засоление почв ослабляет их вклад в поддержание биологического круговорота веществ, исчезают многие виды растительных организмов, появляются новые растения галофиты (солянка).

Заболачивание почв наблюдается в сильно переувлажненных районах, например, в Нечерноземной зоне России, на Западно-Сибирской низменности, в зонах вечной мерзлоты. Заболачивание ухудшает агрономические свойства почв и снижает производительность лесов.

Опустынивание. Одним из глобальных проявлений деградации почв является опустынивание. Всего в мире подвержено опустыниванию более 1 млрд. га почв практически на всех континентах. На территории, подверженной опустыниванию, ухудшаются физические свойства почв, гибнет растительность, засоляются грунтовые воды, резко падает биологическая продуктивность, следовательно, подрывается способность экосистем к восстановлению.

Опустынивание угрожает примерно 3,2 млрд. га земель, на которых проживают более 700 млн. чел. На территории СНГ опустыниванию подвержено Приаралье, Прибалхашье, Черные земли Калмыкии и

Астраханской области. Все они относятся к зонам экологического бедствия и их состояние продолжает ухудшаться.

Отчуждение земель. Почвенный покров агроэкосистем необратимо нарушается при отчуждении земель для строительства промышленных объектов, городов, поселков, для прокладки дорог и трубопроводов, при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. По данным ООН, в мире только при строительстве городов и дорог ежегодно безвозвратно теряется более 300 тыс. га пахотных земель.

Отходы производства и отходы потребления. К интенсивному загрязнению почв приводят отходы и отбросы производства. В соответствии с принятой в РФ классификацией (ГОСТ 25916–83) твердые отходы подразделяются на отходы производства и отходы потребления.

Отходами производства являются остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образовавшиеся в процессе производства продукции, утратившие исходные потребительские свойства, а также вещества, улавливаемые при очистке отходящих технологических газов и сточных вод. Основными поставщиками отходов являются: энергетика (зола и шлаки, образующиеся при сжигании твердого топлива); черная и цветная металлургия (шлаки, формовочная земля, коксовые остатки); угледобывающая промышленность (отвалы); деревообрабатывающая отрасль (опилки, стружки) и др.

Отходами потребления являются изделия и материалы, утратившие потребительские свойства в результате физического или морального износа. *Например*, изношенные текстильные материалы, макулатура, изношенные изделия из пластмасс (в том числе тара), отходы жилищно-коммунальные (в том числе пищевые) и др.

По физико-химическим свойствам состав твердых отходов весьма разнообразен: от очень активных, токсичных (соединения мышьяка, фтора, фосфора, ртути) до инертных (мел, гипс, глинозем) веществ.

В России ежегодно образуется свыше миллиарда тонн промышленных отходов, из них более 50 млн. т особо токсичных. Огромные площади земель заняты свалками, золоотвалами, хвостохранилищами, интенсивно загрязняющими почвы. На удаление таких отходов производства затрачивается в среднем от 8 до 10% стоимости производимой продукции. Для складирования твердых отходов предприятий ежегодно в Московской области выделяется 20 га земли. Транспортирование и складирование отходов ежегодно поглощает миллиарды рублей.

Воздействия на недра. Экологическое состояние недр определяется, прежде всего, силой и характером воздействия на них человеческой деятельности.

Недрами называют верхнюю часть земной коры, в пределах которой возможна добыча полезных ископаемых.

Функции недр достаточно многообразны: источник минерально-сырьевых и энергетических природных ресурсов; место захоронения вредных веществ и отходов производства; сброса сточных вод; хранилища нефти, газа и др.; особо охраняемые территории (заповедники, памятники природы); среда для возведения подземных сооружений.

В современный период масштабы антропогенного воздействия на земные недра значительны. Только за один год на десятках тысяч горнодобывающих предприятий мира извлекается и перерабатывается более 150 млрд. т горных пород, откачивается миллиарды тонн кубических метров подземных вод, накапливаются горы отходов.

В России действуют несколько тысяч карьеров для открытой разработки полезных ископаемых, из них самые глубокие – Коркинские угольные карьеры в Челябинской области (более 500 м). Глубина угольных шахт нередко превышает 1500 м.

Только на территории Донбасса расположено более 2000 отвалов пород, вынутых из пустых шахт – терриконов, достигающих высоты 50–80 м, а в отдельных случаях и более 100 м, объемом 2–4 млн. м³.

Приведенные данные показывают, что недра нуждаются в постоянной экологической защите, в первую очередь от истощения запасов полезных ископаемых, а также от загрязнения их вредными отходами и неочищенными сточными водами.

К числу основных антропогенных *воздействий на горные породы* относятся статические и динамические нагрузки, тепловое воздействие, электрические воздействия и др.

Статические нагрузки. Это наиболее распространенный вид антропогенного воздействия на горные породы. Под действием статических нагрузок от зданий и сооружений, достигающих 2 МПа и более, образуется зона активного изменения горных пород, достигающая глубин 70–100 м. При этом наибольшие изменения наблюдаются в вечномерзлых льдистых и сильносжимаемых породах (зоторфованные, илистые).

Динамические нагрузки. Вибрации, удары, толчки типичны при работе транспорта, ударных и вибрационных строительных машин, заводских механизмов. Наиболее чувствительны к сотрясению рыхлые

недоуплотненные породы (пески, торф). Прочность этих пород заметно снижается, они уплотняются (равномерно или неравномерно), структурные связи нарушаются, возможно, внезапное разжижение и образование оползней, отвалов, плывущих выбросов. Другим видом динамических нагрузок являются взрывы при строительстве автомобильных и железных дорог, гидротехнических плотин, добыче полезных ископаемых и т.д.

Тепловое воздействие. Повышение температуры горных пород наблюдается при подземной газификации углей, в основании доменных и мартеновских печей и др. В ряде случаев температура пород повышается до 40–50 °С, а иногда и до 100 °С и более (в основании доменных печей). В зоне подземной газификации углей при температуре 1000–1600 °С породы спекаются, «каменеют», теряют свои первоначальные свойства.

Электрическое воздействие. Создаваемое в горных породах искусственное электрическое поле (электрифицированный транспорт, ЛЭП) порождает блуждающие токи и поля. Наиболее заметно они появляются на городских территориях, где имеется наибольшая плотность источников электроэнергии.

Воздействие на массивы горных пород. Массивы горных пород и, в первую очередь, их поверхностные толщи, в ходе инженерно-хозяйственного освоения подвергаются мощному антропогенному воздействию.

Оползни представляют собой скольжение горных пород вниз по склону под действием собственного веса грунта и нагрузки – фильтрационной, сейсмической или вибрационной. Для оползней характерно отсутствие вращения и опрокидывания смешивающихся масс. Оползни – явление частое на склонах долин рек, оврагов, берегов морей, искусственных выемок. Они нарушают устойчивость массивов горных пород, негативно влияют на многие компоненты окружающей природной среды (нарушение поверхностного стока, истощение ресурсов подземных вод при их вскрытии, образование заболоченностей, гибель деревьев).

Карст. Геологическое явление, связанное с растворением горных пород (известняков, доломита, гипса, каменной соли), образованием при этом подземных пустот (пещер, каверн) и сопровождаемое провалом земной поверхности, получило название карста. Образование провалов и воронок связывают с интенсификацией отбора подземных вод, динамическими вибрационными процессами воздействия транспорта, строительства, статической нагрузки. Активизация карста отмечается во многих районах России, на территории Москвы и Московской области.

Подтопление. Процесс подтопления – яркий пример ответной реакции природной среды на действие антропогенных факторов. Впервые он привлек внимание при создании водохранилищ, когда уровень грунтовых вод по их берегам стал быстро подниматься. В настоящее время под подтоплением понимают любое повышение уровня грунтовых вод до критических величин (менее одного – двух метров от поверхности земли).

При подтоплении территории переувлажняются и заболачиваются массивы горных пород, активизируются оползни, карст. Просадка в лессовых грунтах приводит к резкой неравномерной осадке, а набухание в глинах – к неравномерному подъему зданий и сооружений, испытывающих деформацию. На подтопленной территории возрастает сейсмическая балльность. В результате вторичного засоления почв угнетается растительность, возможно химическое и бактериальное загрязнение грунтовых вод, ухудшается санитарно-эпидемиологическая обстановка.

Причины подтопления разнообразны, но практически всегда связаны с деятельностью человека. Это – утечка воды из подземных водонесущих коммуникаций, засыпка естественных дренажей – оврагов, асфальтирование и застройка территории, нерациональный полив улиц, садов, скверов, барраж подземных вод (задержка их движения глубокими фундаментами), фильтрация из водохранилищ, прудов – охладителей АЭС и др.

Сейчас в России подтопление территорий, особенно городских, приняло массовый характер – подтоплено свыше 700 городов и поселков городского типа, в том числе такие города, как Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород, Ростов-на-Дону, Волгоград, Новосибирск, Саратов и многие другие.

4.6. Основные направления работ по снижению загрязнений литосферы

Внедрение малоотходных и безотходных технологий. Малоотходные (безотходные) технологии и замкнутые циклы – одна из самых радикальных мер защиты литосферы от загрязнения.

Ниже сформулированы *четыре основных направления* их развития (в соответствии с Декларацией о малоотходной и безотходной технологии и использования отходов – Женева, 1979 г.):

1. Создание бессточных технологических систем различного назначения на базе существующих и перспективных методов очистки и

повторно-последовательного использования нормативно очищенных стоков.

2. Разработка и внедрение систем переработки промышленных и бытовых отходов, которые рассматриваются при этом как вторичные материальные ресурсы.

3. Разработка технологических процессов получения традиционных видов продукции принципиально новыми методами, при которых достигается максимально возможный перенос вещества и энергии на готовую продукцию.

4. Разработка и создание территориально-промышленных комплексов с возможно более полной замкнутой структурой материальных потоков и отходов производства внутри них.

В конечном итоге основным для промышленного производства должно стать вторичное сырье. В промышленно развитых странах степень повторного использования свинца составляет не менее 65 %, железа – 60 %, меди – более 40 %, никеля – 40 %, алюминия – 33 %, цинка – 32 %.

Экологизация технологий и малоотходность производства должны рассматриваться совместно с точки зрения реализации одной цели – снижения отрицательного антропогенного влияния на окружающую среду.

Применение крупнотоннажных отходов для рекультивации земель. Ежегодно в РФ образуется около 3 млрд. т вскрышных пород – отходов угледобывающей промышленности и добычи руд для черной и цветной металлургии. В настоящее время использование этих отходов незначительно – около 19 % от их объема. Однако в дальнейшем этот показатель будет значительно увеличиваться, так как использование вскрышных пород очень выгодно: эксплуатационные затраты на получение 1 м³ щебня из отходов в 2–2,5 раза ниже, чем на добычу его из карьеров. Рекультивация нарушенных земель является обязанностью горнодобывающих предприятий и закреплена за ними законодательно.

Применение отходов в производстве строительных материалов. Как показывает отечественный и зарубежный опыт, это единственная отрасль, которая уже сейчас способна использовать целый ряд крупнотоннажных отходов и побочных продуктов других отраслей (химической, производства минеральных удобрений, черной и цветной металлургии, гальванического производства и др.). Многие виды промышленных отходов по своим свойствам и химическому составу близки к природному сырью, используемому в данной отрасли, и могут служить его полноценной и недорогой заменой.

Примером может служить использование отходов энергетики – золы и шлаков ТЭЦ. Зола и шлаки ТЭЦ представляют собой источник сырьевых ресурсов для производства строительных материалов. Они содержат 53 % SiO_2 , 24 % Al_2O_3 , 10 % Fe_2O_3 и FeO , 2 % CaO , 1 % MgO , 4 % оксидов щелочных металлов и 6 % несгоревшего топлива.

Зола представляет собой тонкодисперсный материал, который без предварительного помола можно использовать в качестве добавки к цементу, газобетону, керамзитобетону, силикатному кирпичу, а также при производстве глиняного кирпича. Кусковой шлак используется в качестве заполнителя бетона в дорожном строительстве. Золошлаковые смеси могут применяться и как вяжущие вещества. При использовании отходов энергетики для производства строительных материалов возникает ряд технических, экономических и организационных проблем. В первую очередь целесообразно применять отходы углеобогащения, золу и шлаки ТЭЦ, доменные шлаки черной металлургии, бой керамического кирпича.

Отходы угледобывающей, лесной и деревообрабатывающей промышленности, а также сельского хозяйства применяются в качестве топлива в промышленности и в быту. *Например*, представляют интерес горючие отходы деревообрабатывающей промышленности, а также биогаз, получаемый при захоронении мусора.

Применение отходов в сельском хозяйств. Некоторые крупнотоннажные отходы (фосфогипс, пиритные огарки, отходы производства калийных удобрений) находят применение в сельском хозяйстве. Фосфогипс (отход производства фосфорной кислоты из фосфатного сырья) применяется для мелиорации солонцовых почв, а также как удобрение, содержащее многие ценные элементы (Ca , S , P , Fe , Al , Mg , органические вещества). Пиритный огарок (отход процесса обжига колчедана) используется в качестве медьсодержащего удобрения. Глинистые шламы и пыль, образующиеся при производстве хлорида калия, применяются как удобрение, содержащее калий и различные микроэлементы.

Использование отходов в сельском хозяйстве имеет свои сложности, поскольку наряду с полезными элементами они содержат и вредные примеси. Так, в фосфогипс переходит некоторое количество фтора из исходного апатита. В пиритных огарках в зависимости от состава исходного сырья могут присутствовать тяжелые металлы, мышьяк, селен.

Обезвреживание и захоронение токсичных промышленных отходов является экологической необходимостью и требует больших капитальных и эксплуатационных затрат. В развитых странах количество

токсичных отходов на одного человека в год составляет 70 кг, а стоимость обезвреживания одной тонны – 500 долл. США.

Обезвреживание и захоронение производится на специальных полигонах, которые предусматриваются при разработке планов и проектов территорий, расположенных вблизи крупных городов. Полигоны для обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов являются природоохранными сооружениями. Строительство и эксплуатация их осуществляется в соответствии с «Санитарными правилами проектирования, строительства и эксплуатации полигонов захоронения не утилизируемых отходов» и Санитарными нормами и правилами (СНиП 1.02.28–85) «Основные положения по составу проекта полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов». Способ обезвреживания и захоронения отходов зависит от агрегатного состояния, водорастворимости и класса опасности веществ и их соединений. На все виды отходов, ввозимые на полигон, предоставляются паспорта с указанием состава отходов и кратким описанием требований безопасности при обращении с ними на полигоне. Схема работы полигона должна предусматривать ряд мероприятий, позволяющих регулярно и организованно, с соблюдением мер безопасности удалять не утилизируемые токсичные отходы, обезвреживать их и надежно захоранивать, обеспечивая защиту окружающей среды.

В настоящее время наиболее распространенными методами обезвреживания токсичных отходов являются: для отходов органического происхождения – сжигание при высоких температурах; для неорганических отходов – физико-химическая обработка в несколько стадий, которая способствует образованию безвредных, в большинстве случаев нейтральных и нерастворимых в воде соединений.

Соблюдение требований по охране недр и рациональному их использованию. Основы законодательства РФ о недрах устанавливают собственность государства на недра, определяют главные требования к охране недр и рациональному их использованию. Соблюдению подлежат ряд требований к охране недр.

1. Полное и комплексное геологическое изучение недр.
2. Соблюдение установленного порядка предоставления в использование недр, исключая самовольное.
3. Полное извлечение из недр и рациональное использование запасов основных и совместно залегающих полезных ископаемых и содержащихся в них компонентов.

4. Исключение вредного влияния связанных с использованием недр на сохранность полезных ископаемых.

5. Охрана месторождений полезных ископаемых от затопления, обводнения, пожаров и других неблагоприятных воздействий, снижающих качество полезных ископаемых и промышленную ценность месторождений или осложняющих их разработку.

6. Запрещение необоснованной и самовольной застройки площадей залегания полезных ископаемых и соблюдение установленного порядка использования этих площадей для других целей.

7. Исключение вредного влияния связанных с использованием недр работ по сохранности эксплуатируемых и находящихся на консервации горных выработок, буровых скважин и подземных сооружений.

8. Запрещение загрязнения недр при подземном хранении нефти, газа и иных веществ, захоронении вредных веществ и отходов производства, а также при сбросе сточных вод.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основную законодательную документацию, устанавливающую экологические требования к состоянию воздушной среды в РФ и РТ.

2. Дайте характеристику основных направлений работ по снижению загрязнения атмосферы.

3. Приведите примеры экологизации технологических процессов как наиболее радикальной меры охраны воздушного бассейна от загрязнения.

4. Перечислите и приведите примеры наиболее общих и значимых мероприятий по охране поверхностных вод и питьевого водоснабжения на территории РФ.

5. Сформулируйте четыре основных направления развития малоотходных и безотходных технологий.

6. Приведите примеры применения отходов в производстве строительных материалов и в сельском хозяйстве.

7. Опишите на конкретных примерах процедуру сбора, удаления, обезвреживания и переработку твердых бытовых отходов.

8. Каким образом происходит обезвреживание и захоронение токсичных промышленных отходов?

ТЕМА 5

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

5.1. Классификация предприятий по степени опасности

Условно предприятия можно разделить на три группы, учитывая их потенциальные возможности загрязнения биосферы.

К первой группе относятся предприятия с преобладанием химических технологических процессов.

Ко второй группе – предприятия с преобладанием механических (машиностроительных) технологических процессов.

К третьей группе – предприятия, на которых осуществляется как добыча, так и химическая переработка сырья

Химическая, нефтехимическая и целлюлозно-бумажная промышленность. Эти отрасли относятся к одним из основных загрязнителей воздушного бассейна (углекислый газ, окись углерода, сернистый газ, углеводороды, соединения азота, хлора, мышьяка, ртути и т.д.), воды и почвы (нефть и продукты нефтехимии, фенолы и другие ядовитые вещества, сульфитные сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности и др.). Так, в 1992 году предприятиями химической и нефтехимической промышленности было выброшено в атмосферу около 1,6 млн. тонн загрязняющих веществ, что равнялось примерно 6 % общих выбросов по России.

Из 2,9 км³ сточных вод на долю загрязненных приходилось около 80 %, что свидетельствует о крайне неэффективной работе очистных сооружений этих предприятий. Предприятия химической и нефтехимической промышленности являются источниками загрязнения подземных вод металлами, метанолом, фенолом в концентрациях, достигающих нередко сотен ПДК на площадях в десятки квадратных километров, что приводит к невозможности использования водоносных горизонтов для питьевого водоснабжения.

Проблема охраны окружающей среды, связанная с химической, нефтехимической и целлюлозно-бумажной промышленностью, особенно актуальна в связи с увеличением в химическом производстве доли синтетических продуктов, которые в природной среде не разлагаются или разлагаются очень медленно. К отходам резинотехнических изделий

относятся остатки резиновых смесей, резиновые и резиноканевые, текстильные и резинометаллические отходы.

Предприятия механического профиля. Заготовительные и кузнечно-прессовые цехи, цехи термической и механической обработки металлов, цехи покрытий, литейное производство выделяют значительное количество газов, жидких стоков и твердых отходов, содержащих оксиды кремния, кальция, алюминия, магния, железа, марганца, углерода и др.

Нефтегазовые и горнодобывающие объекты, металлургическое производство, теплоэнергетика. При нефтегазовом строительстве основным источником техногенных воздействий является опорно-двигательная часть машин, механизмов и транспорта. Они разрушают почворастительный покров любого типа за 1–2 прохода или проезда. На этих же этапах происходит максимальное физико-химическое загрязнение почв, грунтов, поверхностных вод горюче-смазочными материалами, твердыми отходами, бытовыми стоками. Плановые потери добытой нефти составляют в среднем 50 %.

Черная и цветная металлургия относятся к самой загрязняющей природную среду отрасли. На долю металлургии приходится около 40 % общероссийских валовых выбросов вредных веществ, из них газообразных веществ – около 34 %, твердых – около 26 %.

В среднем на 1 млн. т годовой производительности заводов черной металлургии выделение пыли составляет 350, сернистого ангидрида – 200, оксида углерода – 400, оксидов азота – 42 т/сутки.

Черная металлургия является одним из крупных потребителей воды. Водопотребление ее составляет 12–15 % общего потребления воды промышленными предприятиями страны. Около 60–70 % сточных вод, образующихся в технологическом процессе, относятся к «условно-чистым» стокам (имеют только повышенную температуру). Остальные 30–40 % сточных вод загрязнены различными примесями и вредными соединениями.

Одним из лидеров загрязнения окружающей среды продолжает оставаться *цветная металлургия*. В 1993 году выбросы предприятия цветной металлургии составили 10,6 % валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу всей промышленности России. Загрязнение атмосферы предприятиями цветной металлургии характеризуется в первую очередь выбросами сернистого ангидрида (75 % суммарного выброса в атмосферу), оксида углерода (10,5 %) и пыли (10,4 %).

На предприятиях цветной металлургии значительны объемы сточных вод. В 1993 году сброс загрязненных сточных вод в

поверхностные водные объекты достигал 537,6 млн. м³. Сточные воды предприятий цветной металлургии загрязнены минеральными веществами, фторореагентами, токсичными соединениями (с содержанием цианидов, ксаногенов, нефтепродуктов и т.д.), солями тяжелых металлов (меди, никеля, свинца, цинка и др.), мышьяком, сульфатами, хлоридами, сурьмой, фтором и другими.

Крупные предприятия цветной металлургии являются мощными источниками загрязнения почвенных покровов. В городах, где размещены предприятия цветной металлургии, обнаруживаются в почвенном покрове тяжелые металлы нередко в количестве, превышающем ПДК в 2–5 и более раз.

В целом на *энергетику* по объему выброса в атмосферу приходится 26,6 % общего количества выбросов всей промышленности России. В 1993 году объем выброса вредных веществ в атмосферный воздух равнялся 5,9 млн. тонн, из них пыли – 31 %, диоксида серы – 42 %, окислов азота – 23,5 %.

В теплоэнергетике мощным источником твердых отходов и газообразных выбросов являются теплоэлектростанции, паросиловые установки, любые промышленные и коммунально-бытовые предприятия, связанные с процессом сжигания топлива.

К другому источнику загрязнения окружающей среды в энергетике относится сброс загрязненных сточных вод в водоемы. В середине 90-х годов XX в. в России из 1,5 млрд. м³ сточных вод, требующих очистки, нормативно-очищенными сбрасывалось только 12 %.

Источником загрязнения подземных вод являются многочисленные золошлакоотвалы. Хвосты углеобогащения, золы и шлаки формируют состав твердых отходов. Отходы углеобогажительных фабрик содержат 55–60 % оксида кремния, 22–26 % оксида алюминия, 5–12% оксида железа, 0,5–1,0 % оксида кальция, 4–4,5 % оксидов калия и натрия. Они поступают в отвалы, степень их повторного использования не превышает 1–2 %.

Транспортно-дорожный комплекс и связь. Негативная роль транспортно-дорожного комплекса в ухудшении качества окружающей среды постоянно возрастает. Выбросы автомобильного транспорта в России составляют около 22 млн. тонн в год. Более 200 наименований вредных веществ и соединений, в том числе и канцерогенных, содержат отработанные газы двигателей внутреннего сгорания. Нефтепродукты, продукты износа шин и тормозных накладок, сыпучие и пылящие грузы, хлориды, используемые в качестве антиобледенителей дорожных покрытий, загрязняют придорожные полосы и водные объекты.

Загрязнение атмосферы *асфальтобетонными заводами* имеет существенное значение, так как выбросы этих предприятий содержат канцерогенные вещества. В настоящее время эксплуатируемые асфальтосмесительные установки разной мощности выбрасывают в атмосферу от 70 до 300 тонн взвешенных веществ в год.

Ежегодно на подвижных дорожных объектах, которые обеспечивают строительство, ремонт и содержание дорог общего пользования, выбрасывается 450 тыс. тонн пыли, сажи и других вредных веществ. Свыше 130 тыс. тонн загрязняющих веществ поступает от стационарных источников загрязнения. В поверхностные водоемы этими же предприятиями сбрасывается 43 млн. м³ загрязненных сточных вод.

Среди прочих источников выбросов большую роль играют *объекты железнодорожного транспорта*, особенно гражданские сооружения, локомотивные и вагонное депо. Вместе они дают примерно 2/3 всех выбросов МПС, очищая лишь небольшую их часть. Лучше обстоит дело на заводах МПС, где очищается почти 3/4 выбрасываемых газов.

В 1992 году на железнодорожном транспорте объем выбросов в атмосферный воздух от стационарных источников составлял 465 тыс. тонн, из которых только 28,6 % уловлено и обезврежено, а 71,4 % или 331,5 тыс. тонн, выброшено в атмосферу. В составе выбросов твердых веществ – 98,2 тыс. тонн, оксида углерода – 122,6 тыс. тонн, оксидов азота – 21, 5 тыс. тонн. Выбросы от передвижных источников составили более 2 млн. тонн.

Сельское и лесное хозяйство. Производственная деятельность в сельском и лесном хозяйстве наиболее тесно связана с природной средой, так как она протекает непосредственно в природе. Однако с внедрением индустриальных методов и в этих отраслях произошли существенные изменения, которые неблагоприятно сказываются на среде. Механизация и химизация сельского хозяйства сопровождается загрязнением выхлопными газами атмосферного воздуха, загрязнением маслами, бензином дорог. Минеральные удобрения, особенно азотные и фосфорные, а также химические средства защиты растений (пестициды) загрязняют почву и воду в сельской местности.

Нерациональное землепользование вызывает эрозию почвы, а нерациональное ведение лесного хозяйства ведет к обезлесению, вызывающее в свою очередь изменения в растительном и животном мире, нередко приводящее к исчезновению некоторых растений и животных.

Единой методологической оценки опасности того или иного промышленного производства на сегодняшний день не существует. Известно несколько методологических подходов в оценке опасности:

1. Опасность промышленного производства идентифицируется по перечню опасных химических веществ, используемых в этом производстве в критических количествах.

2. Опасность промышленного производства определяется по кратному превышению предельных норм воздействия на окружающую среду.

3. Опасность промышленного производства оценивается на основе обработки статистических данных об аварийных случаях.

4. Опасность промышленного производства основывается на анализе соотношений величин аварийного и установившегося в среднем по региону (территории) загрязнения.

5. Опасность промышленного производства определяется исходя из расчетных величин риска загрязнения и причиняемого им гипотетического ущерба.

6. Оценка экологической опасности может также осуществляться по степени «долевого вклада» в структуру поступления вредных веществ в окружающую природную среду от каждого объекта.

Предприятия делятся на *три группы по степени их опасности* для окружающей среды:

1) малоопасные предприятия, функционирующие с риском, полностью приемлемым для состояния окружающей среды;

2) опасные предприятия, функционирующие с риском, приемлемым частично для состояния окружающей среды;

3) особо опасные предприятия, функционирующие с риском, полностью неприемлемым для состояния окружающей среды.

Опасность предприятий в ходе данной классификации идентифицируется по ряду признаков:

- по перечню используемых опасных химических веществ;

- по кратному превышению предельных норм воздействия на окружающую среду.

5.2. Экологизация промышленного производства и принципы экологизированных технологий

На современном этапе производственной деятельности экологизация промышленности происходит по нескольким направлениям.

Первое направление – перемещение вредных начал в пространстве. Самый распространенный путь – очистка выбросов и стоков от загрязнителей, складирование на полигонах и хранилищах, а также

дампинг (утопление в морях) твердых вредных химических и радиоактивных отходов. Происходит «экспорт» опасных веществ в различные регионы мира.

Второе направление – совершенствование технологий производства, в том числе улавливание выбросов, стоков и отходов не в форме загрязнителей, а в виде полезных материалов, вторичного сырья для промышленности. Сюда же относятся переработка мусора в компост, получение биогаза, сжигание органических отходов различного происхождения с получением полезной энергии, весь цикл реутилизации вторичного сырья.

Под экологизацией понимается процесс неуклонного и последовательного внедрения систем технологических, управленческих и других решений, позволяющих повышать эффективность использования естественных ресурсов и условий производства наряду с улучшением или хотя бы сохранением качества природной среды на локальном, региональном и глобальном уровнях.

Экологизация реализуется путем разработки малоотходных (ресурсосберегающих) технологий, аппаратов и оборудования, дающих на выходе минимум вредных выбросов.

Экологизация технологий предусматривает мероприятия по предотвращению отрицательного воздействия производственных процессов на природную среду.

К экологизированным технологиям относят производственные процессы и производства, которые не нарушают естественных круговоротов в природе, сводят до минимума поступление загрязняющих веществ в биосферу и гармонично вписываются в природные условия.

В их основу должны быть положены следующие принципы:

1. *Пространственная компактность*. Каждое предприятие должно занимать минимально разумную территорию, а его цехи и отделы работать по принципу: создание экологически чистой продукции – ее сбыт – возврат отходов в производство.

2. *Малоотходность* (теоретически безотходность) технологий и производств.

3. *Замкнутость производственных циклов*, что позволяет сохранить в чистоте природную среду и уменьшить потребление природных ресурсов.

4. *Возможность вторичной переработки (рекуперации) отходов* до такой степени, чтобы сделать их допустимыми для разложения и включения в естественные круговороты.

Используемый за рубежом термин «чистое производство» означает технологическую стратегию, предотвращающую загрязнение окружающей среды и понижающую до минимума риск для людей и окружающей среды.

При совершенствовании технологий стремятся не только к малоотходности, но и к малой ресурсоемкости производства, поскольку цена на природные и трудовые ресурсы все время растет. Смена технологий в одних случаях удорожает производство, в других удешевляет, если не абсолютно, то относительно. Считается, что уровень инфляции от принятия экологических требований не превышает 1–1,5 % в год, хотя цена очистных сооружений и устройств достигает 5–10 %, иногда 40–45 % от капиталовложений в новые промышленные объекты.

Третье направление экологизации промышленности связано с изменением занятости. По мнению экспертов, производство очистного оборудования «экологизированной» техники в ближайшее время займет лидирующее положение в промышленности развитых стран, реализуется ситуация, когда капитал приобретает не за счет загрязнения или иного нарушения среды жизни, а за счет решения экологических проблем.

Экологическое производство увеличивает число рабочих мест. *Например,* в Агенстве по охране окружающей среды в США в 1990 г. было занято 16 тыс. человек, в 1985 г. – 14 тыс., в 1983 – 12 тыс. человек. Общее число служащих федеральных организаций, занятых решением природоохранных проблем, составило около 40 тыс. человек. 27 тыс. человек было занято охраной среды в отдельных штатах страны, примерно столько же в графствах и муниципалитетах, отдельные фирмы имели несколько десятков тысяч рабочих мест.

Экологизация промышленного производства нацелена на одновременное повышение эффективности и снижение его трудоемкости. Она предполагает формирование прогрессивной структуры общественного производства, ориентированной на увеличение доли продукции конечного потребления при снижении ресурсоемкости и отходности производственных процессов.

Экологизация транспорта предполагает:

- 1) включение экологических требований в организацию транспортных потоков с целью уменьшения транспортного загрязнения за счет сокращения холостых пробегов и рационализации маршрутов;
- 2) подавление тенденции индивидуализации транспортных средств и содействию развитию комфортного и экономичного общественного транспорта с целью уменьшения общего числа транспортных единиц;

3) создание новых транспортных средств и замена одних средств транспорта другими, более экологичными, а также создание новых, более экологичных двигателей для имеющихся транспортных средств;

4) разработка и применение более безопасных топлив или других энергоисточников; замена вредных топливных присадок каталитическими средствами оптимизации сжигания, дожигание и очистка выхлопов двигателей внутреннего сгорания;

5) пассивная и активная защита от шума.

Для снижения выбросов от объектов МПС необходимо улучшить работу теплосиловых и тепловых установок (маломощных котельных), переводя их на газ, используя очистку выбросов, совершенствуя процесс сгорания. Последнее касается и снижения выбросов от тепловозов (дожигание отработанных газов, добавление к топливу небольшого количества воды, присадок и т.д.).

Применение этилированного бензина, имеющего в своем составе соединения свинца, вызывает загрязнение атмосферного воздуха. Около 70 % свинца, добавленного к бензину с этиловой жидкостью, попадает в виде соединений в атмосферу с отработавшими газами, из них 30 % оседает на землю сразу за срезом выпускной трубы автомобиля, 40% остается в атмосфере. Один грузовой автомобиль средней грузоподъемности выделяет 2,5–3 кг свинца в год. Исключить поступление высокотоксичных соединений свинца в атмосферу можно заменой этилированного бензина на неэтилированный, что используют в крупных городах ряда стран Западной Европы (Швеция, Германия и др.).

Исследования экологических преимуществ газовых топлив свидетельствуют о несомненных выгодах применения таких топлив на транспорте.

Анализ показывает, что применение газового топлива сокращает выбросы: окислов углерода – в 3–4 раза; окислов азота – в 1,5–2 раза; углеводородов (не считая метана) – 3–5 раз; частиц сажи и двуокиси серы (дымность) дизельных двигателей – в 4–6 раз.

Значительна роль архитектурно-планировочных мероприятий и зеленых насаждений в снижении количества и уменьшении опасности выбросов. Специальные развязки и объезды, улучшение качества дорог и ликвидация ненужных участков торможения могут увеличить среднюю скорость движения транспорта. При этом, в случае возрастания скорости с 20 до 60 км/час, общее количество выбросов уменьшится в несколько раз.

Дороги с интенсивным движением следует выносить за пределы жилых и рекреационных зон или защитить эти зоны «зеленым щитом» от

загазованности. Однорядная высадка деревьев с кустарниками (высотой 1,5 м) на ширине 3–4 м снижает уровень загазованности на 10–15 %, при четырех ряда шириной 30–50 м на 60–70 %.

Экологизация сельского хозяйства еще в недавнем прошлом казалось излишним требованием, так как земледелие и животноводство были по существу самой экологичной областью хозяйственной деятельности человека. Однако в XX веке произошло быстрое превращение сельского хозяйства в агропромышленное производство со всеми последствиями механизации и химизации.

Индустриализация агрокомплексов и ферм, широкое применение минеральных удобрений и ядохимикатов повысили удельную продуктивность агроценозов, но снизили их экологичность и экологические качества сельскохозяйственной продукции. Для преодоления этой тенденции необходим комплекс мер, который помимо требований экологизации, характерных для промышленности, включает:

1) ограничение использования солевых форм минеральных удобрений и замена их специально трансформированными органическими удобрениями и коллоидированными органно-минеральными смесями («биологическое» или «органическое» земледелие);

2) минимизацию применения пестицидов и максимальную замену их биологическими средствами борьбы с вредителями;

3) исключение гормональных стимуляторов и химических добавок при кормлении животных;

4) предельную осторожность в использовании трансгенных форм сельскохозяйственных растений и других продуктов генной инженерии;

5) применение наиболее щадящих методов обработки земли.

Агрехимикаты, к которым относят удобрения, химические мелиоранты и кормовые добавки, применяются для питания растений, регулирования плодородия почв и подкормки животных.

Для растений необходимы азот и фосфор, калий и кальций, множество микроэлементов. В удобрениях азот присутствует в виде аммониевых или нитратных солей, в наиболее усвояемой для растений форме. Однако действие удобрений недолговечно. Уже на следующий год их эффективность составляет менее 20 % первоначальной. В одних случаях в результате высокой увлажненности происходит выщелачивание соединений азота, в других – восстановление азота до различных окислов и молекулярной формы под влиянием бактерий - денитрификаторов.

Знание законов циркулирования в почве азота и других биологических веществ позволяет выработать основную стратегию

увеличения плодородия земель, развивать бездефицитное земледелие. Сроки и количество внесения удобрений нуждаются в тонкой балансировке. На долю сельскохозяйственного производства приходится не менее половины связанного азота, поступающего в водоемы. Обогащение воды питательными элементами, в первую очередь связанным азотом, приводит к чрезмерному росту водорослей. Отмирая, они подвергаются анаэробному бактериальному разложению, вызывая эвтрофирование водоемов, дефицит кислорода, а следовательно, гибель рыбы и других водных животных.

В последние годы получены гранулированные гумусные удобрения, превосходящие навоз и компосты по содержанию гумуса в 4–8 раз, не обладающие инертностью действия и дающие резкую прибавку урожайности. Вегетационный период у растений при этом сокращается на две – три недели. Плодоовощная продукция наделяется, благодаря их применению, способностью к длительному хранению.

В случае *применения пестицидов* существует несколько принципиальных направлений снижения их нежелательных побочных эффектов.

Ограничение применения препаратов. Разрабатываются интегрированные системы защиты растений, базирующиеся в первую очередь на устойчивом сорте, что дополняется целой системой мер, включающих агротехнические и другие нехимические методы. При этом удастся значительно сократить число химических обработок. Все чаще ограничивают применение химических препаратов в профилактических целях, рассматривая их главным образом как средства ликвидации намечающихся вспышек инфекции или массового размножения вредителей.

Синтез нестойких, быстро разрушающихся пестицидов, а также специализированных соединений узкого спектра действия, поражающих только вредные организмы. Важно обеспечить сельскохозяйственное производство такими пестицидами, которые обладали бы узконаправленным спектром действия и не накапливались во внешней среде. Их применение должно быть органической частью общей системы защиты растений, включающей устойчивый сорт, соответствующую агротехнику. Все чаще используются препараты с избирательной токсичностью и некумулятивным действием.

Ведущими принципами рационального использования пестицидов должны быть:

- строгий учет экологической обстановки на сельскохозяйственных угодьях;

- точное знание критериев, при какой численности вредных и полезных организмов целесообразно проведение химической борьбы;

- сочетание химических приемов с агротехническими, селекционными и организационно-хозяйственными.

К настоящему времени созданы и разрешены для использования и питания населения в США, Канаде, Японии, странах Европейского союза несколько десятков *трансгенных сельскохозяйственных культур*, среди которых соя, картофель, кукуруза, сахарная свекла, тыква, папайя.

Трансгенные растения (ТР) – это растения, в собственно генетический материал которых «встроены» чужеродные гены, делающие растения устойчивыми к вредителям и болезням. В Северной и Южной Америке сельхозпроизводители проявляют большой интерес к ТР, посевы которых ежегодно увеличиваются. Если в 1996 г. в мире было 1, 8 млн. га, то в 1999 г. уже почти 40 млн. га, в 2000 г. – 60 млн. га. Это не считая Китая, который не дает официальной информации, но, по оценкам, около 1 млн. китайских фермеров выращивают трансгенный хлопок примерно на 35 млн. га.

Выгоды очевидны. Расходы на химические средства защиты растений при соблюдении технологии сокращаются. Меньшее число обработок посевов – соответственно меньше расходов на горючее, оплату труда механизаторов. Даже при более высокой стоимости семян трансгенных культур (ТК) сеять их выгоднее.

Россия ежегодно теряет из-за сорняков и вредителей 34,6 % злаковых культур, 42 % сахарной свеклы, 37 % подсолнечника, 42,2 % картофеля. Потери от колорадского жука составляют примерно 3 млрд. долларов. От фитофтороза гибнет 10 % картофеля. Вместе с тем, в мире созданы трансгенные сорта, устойчивые к этим заболеваниям. В России до настоящего времени трансгенные сорта растений и овощных культур не выращиваются. Из импортных генетически модифицированных (ГМ) продуктов в результате исследований зарегистрированы 4 вида продуктов - соя, два вида кукурузы и картофель.

Подходы к оценке безопасности и качества пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников (ГМИ) в различных странах, отличаются по содержанию и объему проводимых исследований. Группа экспертов ВОЗ считает, что встроенный в растение ген может перейти в микрофлору кишечника млекопитающих и вызвать сопротивление микрофлоры антибиотикам. По мнению других экспертов

необходимо продолжить исследования пищевых и токсикологических характеристик ГМИ. Токсикологическая характеристика включает следующие показатели: токсикинетика, генотоксичность, потенциальная аллергентность, результаты субхронического (90 дней) и токсикологического эксперимента на лабораторных животных и добровольцах.

На основе международного и отечественного опыта в проведении исследований нового продовольственного сырья и пищевых продуктов в РФ разработан и введен в действие особый порядок оценки безопасности и качества, а также регистрации пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников.

В экологизации предприятий различных отраслей существует несколько принципиальных направлений снижения природоемкости:

1) *изменение отраслевой структуры* производства с уменьшением относительного и абсолютного количества природоемких высокоотходных производств и исключением выпуска антиэкологичной продукции;

2) *кооперирование разных производств* с целью максимального использования отходов в качестве вторичных ресурсов; создание производственных объединений с высокой замкнутостью материальных потоков сырья, продукции и отходов;

3) *смена производственных технологий* и применение новых, более совершенных ресурсосберегающих и малоотходных технологий;

4) *создание и выпуск новых видов продукции* с длительным сроком жизни, пригодных для возвращения в производственный цикл после физического и морального износа, сокращение выпуска расходных материалов;

5) *совершенствование очистки* производственных эмиссий и транспортирующих от техногенных примесей с одновременной детоксикацией и иммобилизацией конечных отходов; разработка и внедрение эффективных систем улавливания и утилизации отходов.

Каждое из этих направлений в отдельности способно решить лишь локальную задачу. Для снижения природоемкости производства в целом необходимо объединение всех этих способов. При этом центральное место занимают проблемы технологического перевооружения и внедрения безотходных и малоотходных технологий.

Безотходная технология есть практическое применение знаний, методов и средств с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее рациональное использование природных ресурсов и энергии и защитить окружающую среду.

Понятие безотходности впервые сформулировано в «Декларации о малоотходной и безотходной технологии и использования отходов», принятой на Общеευропейском совещании по сотрудничеству в области охраны окружающей среды (Женева, 1979).

Безотходная технология – это такой способ производства продукции (процесс, предприятие, территориально – производственный комплекс), при котором наиболее рационально и комплексно используется сырье и энергия в цикле сырьевые ресурсы – производство – потребление – вторичные сырьевые ресурсы таким образом, что любые воздействия на окружающую среду не нарушают ее нормального функционирования.

Развитие представлений об окружающей среде и рациональном природопользовании, а также практические задачи по созданию и внедрению безотходных производств, привели к необходимости сформулировать новые определения безотходной и малоотходной технологии, которые были приняты на семинаре Европейской экономической комиссии по малоотходным технологиям (Ташкент, 1984).

Под малоотходным понимается такой способ производства при котором вредное воздействие на окружающую среду не превышает уровня, допустимого санитарно-гигиеническими нормами; при этом по техническим, организационным, экономическим или другим причинам часть сырья и материалов переходит в отходы и направляется на длительное хранение или захоронение.

В 1998 г. принят федеральный закон РФ «Об отходах производства и потребления». Согласно этому закону, основными принципами государственной политики в области обращения с отходами являются:

- охрана здоровья человека, поддержание или восстановление благоприятного состояния окружающей среды и сохранения биологического равновесия;
- научно обоснованное сочетание экологических и экономических интересов общества в целях обеспечения устойчивого развития;
- использование новейших научно-технических достижений в целях реализации малоотходных и безотходных технологий;
- комплексная переработка материально-сырьевых ресурсов в целях уменьшения количества отходов;
- использование методов экономического регулирования деятельности в области обращения с отходами в целях уменьшения количества отходов и вовлечение их в хозяйственный оборот;
- доступ в соответствии с законодательством РФ к информации в области обращения с отходами;

- участие в международном сотрудничестве в области обращения с отходами.

Комплексное решение вышеперечисленных задач возможно лишь при владении специалистом того или иного производства знаниями в области промышленной экологии, позволяющими ему оценить технологии с позиций охраны окружающей среды.

Создание малоотходных ресурсосберегающих технологий выдвигает ряд общих требований, направленных на качественное изменение производства:

1) комплексную переработку сырья с использованием всех его компонентов;

2) интенсификацию производственных процессов на основе их автоматизации, электронизации и роботизации; внедрение наукоемких, высокотехнологичных автоматизированных систем;

3) цикличность и замкнутость материальных потоков при минимизации производственных отходов;

4) уменьшение разделения технологического процесса на отдельные операции, сокращение числа промежуточных стадий перехода от сырья к конечному продукту; применение непрерывных процессов и сокращение времени технологических циклов;

5) сокращение удельного потребления природных ресурсов и энергии, максимальная замена первичных ресурсов вторичными, рециркуляция побочных продуктов и отходов в основной процесс, регенерация избыточной энергии;

6) применение комбинированных энерготехнологических процессов, обеспечивающих максимальное использование всего потенциала энергоресурсов;

7) внедрение экологических биотехнологий на базе физико-химических и биологических процессов, обеспечивающих возможность использования или обезвреживания отходов путем доведения их до природного состояния;

8) создание интегрированных технологий, охватывающих сферы природопользования, производства и потребления.

Системный анализ производственных процессов с этих позиций позволяет определить пути создания технологий нового поколения.

Важное значение для решения проблем утилизации и обращения промышленных отходов имеет научное обоснование и методическое обеспечение разработки гигиенических критериев степени опасности отходов, их паспортизация, классификация по степени опасности,

организации системы контроля и управления за обращением промышленных отходов.

Контрольные вопросы

1. Дайте экологическую оценку деятельности предприятий химической, нефтехимической и целлюлозно-бумажной промышленности.
2. В чем особенности экологического воздействия нефтегазовых и горнодобывающих объектов, металлургического производства и теплоэнергетики?
3. Проанализируйте экологические проблемы транспортно-дорожного комплекса и связи.
4. Раскройте содержание современных методологических подходов в оценке опасности промышленного производства.
5. Приведите классификацию предприятий по степени экологической опасности.
6. Проанализируйте основные направления, по которым происходит экологизация промышленности на современном этапе производственной деятельности.
7. Охарактеризуйте принципы, которые лежат в основе экологизированных технологий.
8. Приведите практические примеры мероприятий по предотвращению отрицательного воздействия транспорта и сельского хозяйства?
9. Проанализируйте принципиальные направления снижения природоемкости в экологизации предприятий различных отраслей.
10. Приведите определения понятий безотходных и малоотходных технологий.

ТЕМА 6

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ

6.1. Воздействие объектов теплоэнергетики на окружающую среду

Основой развития любого региона или отрасли экономики является энергетика. Темпы роста производства, его технический уровень, производительность труда, а в конечном итоге уровень жизни людей в значительной степени определяются развитием энергетике. Основным

источником энергии в России и многих других странах мира является в настоящее время и будет, вероятно, оставаться в обозримом будущем тепловая энергия, получаемая от сгорания угля, нефти, газа, торфа, горючих сланцев. Так, в 1993 году в России было выработано 956,6 млрд. кВт/ч. электроэнергии, в том числе тепловыми электростанциями 662 млрд. кВт/ч., гидроэлектростанциями – 175 млрд. кВт/ч., атомными электростанциями – 119 млрд. кВт/ч.

Электростанции на органическом топливе. До настоящего времени тепловыми электрическими станциями (ТЭС) производится основная часть вырабатываемой электрической энергии. Принимая во внимание объемы производства электроэнергии на тепловых станциях, становится ясно, что именно ТЭС должны представлять основной объект для экологических исследований с целью выявления и снижения отрицательного воздействия энергетики на окружающую среду.

Воздействие ТЭС на окружающую среду зависит от применения различных видов топливных ресурсов – твердых (угли и горючие сланцы), жидких (мазут, дизельное и газотурбинное топливо) и газообразных (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Загрязнение атмосферы при работе ТЭС на разных видах топлива, г/кВт/ч

Выброс	Вид топлива			
	каменный уголь	бурый уголь	мазут	природный газ
SO ₂	6,0	7,7	7,4	0,002
NO _x	21,0	3,4	2,4	1,9
Твердые частицы	1,4	2,7	0,7	-
Фтористые соединения	0,05	1,11	0,004	-

Для примера, объемы вредных выбросов ТЭС в атмосферу можно охарактеризовать данными *материального баланса угольной ТЭС* мощностью 2400 МВт, работающей на угле типа донецкого антрацитового штыба.

На такой ТЭС в час сжигается до 1100 т. угля (калорийностью порядка 22,7 МДж/кг, зольностью 23 %, сернистостью 1,7 %), из топок котлов удаляется до 35 т/ч шлака и из бункеров электрофильтров (очищающих дымовые газы от золы на 99 %) – 195 т/ч уловленной золы. Уловленная зола и шлак в количестве 230 т/ч попадают в золоотвал электростанции, засоряя и загромождая огромные территории. Золошлаковые отходы ТЭС могут использоваться в народном хозяйстве как строительные материалы, удобрения и для других целей, Однако практически реализуется не более 10 % общей массы уловленных золы и шлаков.

Все остальные продукты сгорания топлива представляют собой отходы производства. Большая часть этих отходов выбрасывается в атмосферу, в частности 10 млн. м³/ч дымовых газов, содержащих 2350 т/ч диоксида углерода, 250 т/ч паров воды, 35 т/ч диоксида серы, 9 т/ч оксида азота и 2 т/ч летучей золы, не уловленной в электрофильтрах.

Диоксид углерода и пары воды – основные по массе отходы производства – поступают в атмосферу, включаются в природные циклы и поглощаются растительностью в процессе синтеза органических соединений и регенерации кислорода. В этом качестве эти отходы нельзя признать вредными.

Однако масштабы использования органического топлива и соответственно выбросы диоксида углерода по некоторым оценкам превышают регенерационные возможности растительного мира. В результате в атмосфере наблюдается возрастание удельного веса оксидов углерода (углекислого газа), создающих парниковый эффект, который ведет к общему повышению температуры на планете.

При сжигании твердого топлива в атмосферу поступает летучая зола с частицами недогоревшего топлива, сернистый и серный ангидриды, окислы азота, некоторое количество фтористых соединений, а также газообразные продукты неполного сгорания топлива. Летучая зола в некоторых случаях содержит помимо нетоксичных составляющих и более вредные примеси. Так, в золе донецких антрацитов в незначительных количествах содержится мышьяк, а в золе Экибастузского и некоторых других месторождений - свободная двуокись кремния, в золе сланцев и углей Канско-Ачинского бассейна – свободная окись кальция.

Поскольку доля угля в общем балансе энергетики в настоящее время возрастает, вопросы улучшения очистки продуктов сгорания ТЭС, работающих на твердом топливе, приобретают особую важность.

При сжигании жидких топлив (мазатов) с дымовыми газами в атмосферный воздух поступают: сернистый и серный ангидриды; окислы азота; газообразные и твердые продукты неполного сгорания топлива; соединения ванадия и солей натрия, а также вещества, удаляемые с поверхностей при чистке котлов.

Для примера, ТЭС мощностью 195 МВт, со среднегодовой выработкой электроэнергии 10^9 кВт ч и расходом условного топлива 272 г/кВт ч (основной вид топлива — высокосернистый мазут) выбрасывает в атмосферу в течение года вредные газы NO_2 , NO , SO_2 соответственно в количестве 2480, 403, 8650 т.

С экологических позиций жидкое топливо является более «гигиеничным», т.к. при этом полностью отпадает проблема золоотвалов, которые занимают значительные территории и являются источником постоянных загрязнений атмосферы в районе станции из-за уносов части золы с ветрами.

При сжигании природного газа существенным загрязнителем атмосферы являются окислы азота. Однако при этом выброс окислов азота в среднем на 20 % ниже, чем при сжигании угля. Это объясняется не только свойствами самого топлива, но и особенностями процессов его сжигания. Таким образом, природный газ на сегодня – наиболее экологически чистый вид энергетического топлива.

Сопоставление усредненных показателей загрязнения атмосферы продуктами сгорания от тепловых электростанций при работе на различных видах топлива представлено в таблице 6.2.

Таблица 6.2

Усредненные показатели загрязнения атмосферы тепловыми электростанциями (г/кВт ч) *

Загрязнения	Виды топлива			
	Каменный уголь	Бурый уголь	Мазут	Природный газ
SO_2	6,0	7,7	7,4	0,002
Твердые частицы	1,4	2,7	0,7	-
NO_x	21,0	3,45	2,45	1,9
Фтористые соединения	0,05	0,11	0,001	-

*По данным Международного института прикладного системного анализа (Вена. Австрия).

Зола, оксиды серы, азота и многие другие компоненты дымовых газов являются вредными веществами, превышение концентрации которых над санитарными нормами в воздушном бассейне недопустимо. Для обеспечения допустимых уровней концентрации путем разбавления вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, используются высокие дымовые трубы, высота которых в ряде случаев превышает 300 м.

Для более эффективного снижения вредности дымовых газов проводится их очистка от оксидов серы и азота. Установки для очистки достаточно сложны, занимают значительную дополнительную территорию и более чем на 30 % удорожают электростанцию. Несмотря на это такие устройства должны применяться в соответствии с санитарными требованиями для защиты человека и среды его обитания.

Строительство ТЭС связано с существенными изъятиями земельных ресурсов, в том числе и сельскохозяйственных, в основном для создания водоемов-охладителей в системе оборотного водоснабжения. В среднем для сооружения крупных ТЭС необходима площадь около 2–3 км², не считая золоотвалов и водохранилищ-охладителей. С учетом шлакоотвалов, карьеров, подъездных дорог и вспомогательных построек занимаемая электростанцией площадь возрастет от 3 до 4 км².

Для примера, угольной ТЭС мощностью 2400 МВт требуется от 2 до 2,5 тыс. га земли при работе с оборотной системой водоснабжения с прудами-охладителями и до 1 тыс. га при использовании градирен.

На этой территории изменяется рельеф местности, нарушаются характеристики поверхностного стока, структура почвенного слоя и экологическое равновесие.

Крупные градирни в системе охлаждения конденсаторов ТЭС существенно увлажняют микроклимат в районе станции, способствуют образованию низкой облачности, туманов, снижению солнечной освещенности, вызывают морозящие дожди, а в зимнее время – иней и гололед.

К вредным воздействиям ТЭС следует отнести выбросы теплоты, приводящие к тепловому загрязнению окружающей среды. Энергетический баланс угольной ТЭС складывается таким образом, что потребителю отдается только 30–35 % энергии полученной от сжигания топлива. Примерно 10 % теплоты уходит в атмосферу с дымовыми газами,

а более 50 % отводится в процессе охлаждения конденсаторов турбин либо водой, забираемой из рек или водоемов, либо в градирнях.

Влияние подогрева на флору и фауну водоемов различно в зависимости от степени подогрева. Наблюдения показывают, что слабый и умеренный подогрев воды, совмещенный с сильной циркуляцией, оказывает положительное влияние на процесс самоочищения водоемов. В последнее время стало заметным комплексное использование водоемов-охладителей ТЭС, в частности, в качестве регулирующей емкости для рыбоводства, отдыха, водного спорта.

Вместе с тем, избыточное тепловое загрязнение водоемов при недостаточности защитных мер способно нарушить условия обитания водной флоры и фауны, привести к развитию в водоемах нежелательных биологических процессов (возрастанию сине-зеленых водорослей и т. п.).

Водные объекты ТЭС отдают избыточную теплоту в атмосферу. Туда же попадают и теплота, выбрасываемая с дымовыми газами электростанций, тепловые потери в машинах, оборудовании, в электрических сетях. В целом, тепловые выбросы ТЭС воздействуют на окружающую среду, меняя микроклимат в районе ее размещения, а при больших концентрациях мощности могут привести к изменению циркуляции воздушных масс, их температуры и влажности.

Энергетическому производству ТЭС сопутствуют также различные загрязненные стоки, связанные с процессом водоподготовки, промывки оборудования, с гидротранспортом твердых отходов (шлаков).

Помимо загрязнения воздушного бассейна, водных источников и земли производство электроэнергии на ТЭС связано со значительным расходом природных ресурсов, запасы которых ограничены и потому нуждаются в защите и бережном отношении.

Тепловые электростанции потребляют огромное количество топлива. На ТЭС мощностью 2400 МВт сжигается по 17–20 вагонов угля в час, или более 400 вагонов в сутки. Очень велик и расход кислорода – 820 тыс. т/ч, т.е. около 20 млн. тонн в сутки.

Для водяного охлаждения конденсаторов турбин таких ТЭС требуется 300 тыс. м³/ч, или 2 км³/год воды. В целях сокращения ее расхода применяются дорогостоящие оборотные (замкнутые) системы технического водоснабжения, где вода используется многократно. Часовой расход свежей воды в этом случае сокращается в 30 раз. Безвозвратные потери воды для рассматриваемой ТЭС оцениваются в 20 млн. м³/год.

Таким образом, тепловые электростанции, сжигающие органические виды топлива, оказывают влияние на все сферы окружающей среды

(воздух, воду, землю, флору, фауну), масштабы их воздействия очень значительны. В то же время следует помнить, что эти масштабы зависят от мощности ТЭС, вида и характеристик сжигаемого топлива, уровня природоохранных мероприятий, степени технологического совершенства электростанции и многих других факторов.

Здесь же отметим те дополнительные факторы воздействия на окружающую среду, которые имеют важное значение для обеспечения полной экологической сопоставимости различных источников электроэнергии.

Для тепловых электростанций, работающих на органических видах топлива, обязательным сопутствующим элементом является топливная база (шахты, угольные разрезы, предприятия газо- и нефтедобычи). Добыча любых видов топлива связана с воздействием на воздушный и водный бассейны, а также с изъятием и загрязнением земельных ресурсов. Этот обязательный элемент цикла производства электроэнергии на ТЭС постоянно сопутствует ее работе, требует ежечасной и ежесуточной поставки многих эшелонов топлива и должен обязательно учитываться при экологическом сопоставлении различных вариантов выработки электроэнергии.

Таким же дополнительным элементом является система доставки (транспортирования) топлива от места его добычи к месту сжигания. Транспортирование топлива требует затрат энергии, связанной с его потерей при перевозке, с изъятием земельных ресурсов и с другими дополнительными, отрицательными воздействиями на окружающую среду.

Факторы риска (экологической ненадежности) источников электроэнергии в настоящее время (особенно после аварии на Чернобыльской АЭС) стали объектами пристального внимания и соответствующих ограничений. Тепловые электростанции в этом отношении не являются исключением. Тяжелые аварийные ситуации могут иметь место и здесь, причем во всех звеньях энергетического цикла, в том числе и на электростанциях, где производство связано с использованием чрезвычайно высоких температур и давлений, хранением больших запасов топлива (в том числе легковоспламеняющегося мазута) и т.д. Аварийные ситуации могут возникать при добыче и перевозке топлива (в том числе в шахтах с гибелью людей), на железнодорожном и газопроводном транспорте.

Эффективное решение природоохранных задач тепловой энергетики возможно на основе улучшения качества твердого и жидкого топлива, организации производства основного и вспомогательного оборудования с

высокими экологическими показателями, использования новых технологий сжигания топлива, создания автоматизированных технологических систем и оборудования очистки газов, разработки и внедрения приборов для автоматического непрерывного контроля выбросов и других мероприятий.

Снижение до требуемого уровня воздействия ТЭС на окружающую среду приведет к заметному увеличению капиталовложений и эксплуатационных затрат. По зарубежным оценкам только мероприятия по защите атмосферы от выбросов ТЭС увеличивают удельные капиталовложения на 16–30 % и стоимость электроэнергии на 16–25 %.

6.2. Техногенные физические загрязнения в энергетике

Электрические сети. Влияние электрических сетей на окружающую среду определяется воздействием электрического поля, использованием земельных ресурсов, нарушением природных ландшафтов.

Линии электропередач (ЛЭП). Для защиты населения вдоль ЛЭП устанавливаются санитарно-защитные зоны, в пределах которых запрещается строить жилые и общественные здания. Границы таких зон вдоль трассы ЛЭП с горизонтальным расположением проводов и без средств снижения поля (по обе стороны от нее) устанавливаются на следующих расстояниях от проекции на землю крайних фазных проводов в направлении, перпендикулярном к ЛЭП напряжением: для 330 кВ – 20 м; 500 кВ – 30 м; 650 кВ – 40 м; 1150 кВ – 55 м.

Электрическое поле ВЛ – это вредный, биологически активный фактор, воздействующий на человека и окружающую природную среду. Это влияние в основном ощущается на ВЛ напряжением 750 и 1150 кВ переменного и 1500 кВ постоянного тока. В связи с этим напряженность электрического поля под проводами ВЛ сверхвысокого напряжения (СВН) нормируется и контролируется в пределах охранной зоны у поверхности земли, обычно 1–15 кВ/м на высоте 1,8 м от земли. Аналогичные временные требования установлены для ВЛ 1500 (± 750) кВ постоянного тока.

Учитывая, что с удалением от линии электропередачи, напряженность поля снижается до безопасных значений, по рекомендациям Минздрава РФ вдоль этих линий установлена санитарно-защитная зона с граничной напряженностью электрического поля 1 кВ/м. Для ВЛ напряжением 750 и 1150 кВ ширина санитарно-защитной зоны, в

пределах которой может иметь место угнетающее действие поля, составляет 120 и 160 м соответственно.

Основной мерой защиты для этих случаев является соблюдение нормативов времени пребывания работников в зоне ВЛ. Например, в зоне с напряженностью 10 кВ/м разрешается находиться не более 3 часов, а при 20 кВ/м – не более 10 минут в день.

Основное влияние электросетевых объектов на окружающую среду связано с изъятием участков земли под опоры ВЛ и площадки подстанций (ПС). Полоса земли под ВЛ в пределах установленной охранной зоны не изымаются у землепользователей и может быть использована для сельскохозяйственных и других нужд в соответствии с «Правилами охраны электрических сетей напряжением свыше 1000 вольт».

В ряде случаев строительство ВЛ связано с уборкой леса вдоль трасс, что приводит не только к потере леса, но и к другим нежелательным явлениям. Существующая в настоящее время система компенсации государству за порубки леса не учитывают экологического ущерба от миграции промысловых животных, гибели ценных растений и животных, потери так называемых «бесплатных даров природы».

Экономическим подсчетам не поддается ценность участков трассы, проходящих по гнездовьям птиц и зверей, занесенных в Красную книгу РФ, по зарослям дикорастущего женьшеня, заповедным и реликтовым рощам кедровой сосны и др.

В целях экологической оптимизации трасс линий электропередачи целесообразно в качестве природоохранной меры производить соответствующие биологические изыскания, картографирование местности по биологическим признакам; дифференцировать тарифы на порубку лесов в размерах, стимулирующих корректировку трассы, запрещать использование гусеничной тяги с большим давлением на грунт и т.п.

Имеют место случаи, когда ВЛ становятся привлекательными объектами для крупных птиц и причиной их массовой гибели в результате замыкания проводов широко распахнутыми крыльями. Наиболее опасны опоры ВЛ со штыревыми изоляторами для степного орла, занесенного в Красную книгу, орла канюка-курганника и др. Для устранения этой опасности должны разрабатываться соответствующие конструкции опор.

Для подстанций (ПС), находящихся вблизи населенных пунктов, нормируется шумовое воздействие на человека. Особенно неблагоприятны низкочастотные составляющие (около 50–150 Гц) шумовых характеристик трансформаторного оборудования. Превышение нормируемого значения

уровня шумов (30 дБ на уровне открытой форточки в жилой застройке) устраняется мероприятиями по снижению уровня шумов (удаление ПС от селитебных территорий, шумопоглощающие устройства, размещение трансформаторов в закрытых камерах и т.п.).

Воздействие напряженности электрического поля на окружающую среду вне территории ПС невелико. Для персонала ПС внутри ее территории напряженность электрического поля по нормам должна быть не более 15 кВ/м на маршрутах обхода для осмотра оборудования и не более 5 кВ/м на рабочих местах у оборудования, где возможно длительное присутствие персонала для профилактических и ремонтных работ. В зонах, где эти значения превышены, производится экранирование площадок у рабочих мест и трасс на маршрутах обхода.

Для исключения влияния на окружающую среду возможных сбросов трансформаторного масла при авариях с маслонаполненным оборудованием (трансформаторы, реакторы и пр.) на ПС предусматриваются маслоприемники, аварийные маслостоки и закрытые маслосборники, в которые также могут поступать ливневые воды из маслоприемников, содержащие следы масла. Вместе с тем необходимо отметить, что по своему устройству и режимам работы ВЛ и ПС напряжением 500 кВ и выше не могут привести к катастрофическим авариям, связанным с массовым поражением населения или обслуживающего персонала. Многолетний опыт эксплуатации электрических сетей в РФ и за рубежом показал, что при авариях на ВЛ даже с падением (разрушением) опор, проводов и гирлянд изоляторов случаи поражения отдельных людей, случайно оказавшихся на месте аварии на ВЛ, чрезвычайно редки.

Повреждения и аварии на ПС напряжением 500 кВ и выше, как правило, также не распространяются за пределы их внешней ограды. Некоторую опасность могут представлять только пожары на ПС, связанные с авариями трансформаторов большой мощности. Однако такие пожары в подавляющем большинстве случаев ликвидируются автоматическими средствами пожаротушения на ПС и не распространяются на расположенные вблизи жилые здания или промышленные сооружения.

6.3. Оценка воздействий атомных и гидроэнергетических станций

Атомные электростанции. По воздействию на окружающую среду АЭС существенно отличается от обычных тепловых электростанций,

прежде всего тем, что они не используют органического топлива для производства электроэнергии. АЭС не загрязняют атмосферу выбросами твердых частиц (золы) и различных газообразных веществ, в том числе оксидов азота и серы. Они не являются благодаря этому источниками кислотных дождей, распространения различных веществ, в том числе канцерогенных. Таким образом, в отношении загрязнения воздушного бассейна обычными химическими загрязнителями АЭС можно считать чистыми объектами.

Крупным положительным фактором по сравнению с обычными ТЭС является то, что производства электроэнергии на АЭС не сопровождается использованием кислорода воздуха, который на ТЭС используется в огромных количествах.

Одна из важнейших особенностей ядерной энергетики – отсутствие зависимости работы АЭС от расстояний до мест добычи ядерного топлива. Для мощной атомной станции в течение года требуется около 100–150 т ядерного топлива. Это объясняется, прежде всего, тем, что количество энергии, освобождающейся при использовании 1 кг горючего в ядерных реакторах, более чем в 10^6 больше, чем при химических реакциях сжигания 1 кг наиболее калорийного органического топлива. Таким образом, практически снимается проблема расположения станций в зонах запасов топлива, что характерно для энергоустановок на органическом топливе, и позволяет приблизить АЭС к потребителю.

Перечисленные преимущества АЭС по сравнению с обычными ТЭС велики. Однако во многом другом АЭС значительно им уступают.

Современная АЭС принципиально отличается от ТЭС на органическом топливе только видом парогенератора. На ТЭС в качестве парогенератора выступает паровой котел, в котором производится пар нужных параметров за счет теплоты, образующейся при сжигании органического топлива. На АЭС парогенератором является атомный реактор, в котором пар получается за счет энергии, выделяемой в процессе цепной управляемой реакции деления ядер атомов. Весь же последующий цикл преобразования энергии в паровой турбине, генераторе, трансформаторе в принципе одинаков на ТЭС и АЭС.

В связи с этим при работе АЭС, как и ТЭС, требуется большое количество воды для охлаждения конденсаторов турбин. При этом из-за более низких параметров пара, применяемых в атомных реакторах, от турбин приходится отводить значительно больше теплоты, чем на ТЭС (КПД АЭС ниже, чем на ТЭС). При одинаковой мощности электростанций, расход воды при охлаждении конденсаторов АЭС больше, чем ТЭС. В

случае использования прудов-охладителей их поверхность должна быть также соответственно больше. Увеличивается в этом случае и количество земель, отводимых под водохранилища.

Однако, главная особенность воздействия АЭС на окружающую среду связана с использованием ядерного топлива. Основными факторами загрязнения среды здесь выступают радиационные показатели. Это радиация от охлаждающей воды, активированные пылевидные частицы, находящиеся в сфере воздействия излучения и попадающие через вентиляционные каналы за пределы станции. Кроме того, это проникающая радиация через корпус реактора и тепловое воздействие на воду системы охлаждения конденсационной части станции.

Прямой выход радиоактивных АЭС в окружающую среду предотвращаются многоступенчатой системой радиационной защиты. На всех АЭС предусматриваются меры, направленные на исключение выбросов радиоактивных веществ в окружающую среду, как в условиях нормальной эксплуатации, так и в аварийных ситуациях.

При нормальной эксплуатации АЭС радиоактивность контура ядерного реактора обусловлена активацией корродированных частиц и проникновением продуктов деления в теплоноситель. Наведенной активности подвергаются практически все вещества, взаимодействующие с радиоактивными изотопами. Поэтому в схемах АЭС предусматриваются специальные устройства для улавливания и сбора радиоактивных веществ из жидких, газообразных и твердых отходов.

Для ликвидации радиоактивных промывочных вод создана специальная система, позволяющая выпаривать их и превращать в плотный рассол. Далее рассол по трубам перекачивается в подземные баки из нержавеющей стали, огражденные дополнительными толстыми бетонными стенами.

Собранные и соответствующим образом обработанные радиоактивные отходы захораниваются в специальных, обычно подземных, сооружениях, что исключает их попадание во внешнюю среду.

Другая проблема эксплуатации АЭС – снижение теплового загрязнения. В расчете на единицу производимой энергии АЭС сбрасывает в окружающую среду больше тепла, чем ТЭС при аналогичных условиях. Расход охлаждаемой воды, *например*, для одной из крупнейших отечественных тепловых станций – Конаковской ГРЭС составляет 70–90 м³/с, что соответствует стокам таких рек, как Хопер, Южный Буг. Для мощных АЭС этот расход достигает 180 м³/с. Современный блок АЭС мощностью 1000 МВт имеет тепловую мощность 3000 МВт, т.е. из всей

полученной в реакторе теплоты только $1/3$ расходуется на производство электроэнергии, а $2/3$ ее бесполезно теряются и выбрасываются в окружающую среду.

В связи с этим основное внимание в энергетике уделяется разработке замкнутых циклов охлаждения и новым способам отвода тепла. Важной научной и технической задачей становится поиск эффективных методов использования низкопотенциального сбросного тепла АЭС и ТЭС не только с целью повышения общей эффективности использования установки, но и прежде всего с целью понизить величину рассеиваемой в окружающую среду энергии.

Безопасность АЭС обеспечивается биологической защитой реактора и созданием конструкций, рассчитанных на силу воздействия цунами, тайфунов землетрясений, падения на него самолета и т.д. Технические возможности создания таких реакторов подтверждаются опытом США, Франции, Японии и других стран.

О достаточной радиационной безопасности АЭС, качественно запроектированных, построенных и эксплуатируемых, свидетельствуют и систематические наблюдения за их воздействием на окружающую среду при нормальной эксплуатации. В подавляющем большинстве случаев суммарные выбросы радиоактивных веществ значительно ниже предельно допустимых уровней (ПДУ).

Наибольшую опасность представляют аварийные режимы работы АЭС. В мире работает более 370 энергетических реакторов, на которых произошло более 150 аварий с утечкой радиоактивных веществ. Так, авария на четвертом энергоблоке Чернобыльской АЭС в первые дни после аварии привела к повышению уровней радиации над естественным фоном до 1000–1500 раз в зоне около станции и до 10–20 раз в радиусе 200–250 км. При авариях все продукты ядерного деления высвобождаются в виде аэрозолей (за исключением редких газов и иода) и распространяются в атмосфере в зависимости от силы и направления ветра. Размеры облака в поперечнике могут изменяться от 30 до 300 м, а размеры зон загрязнения в безветренную погоду могут иметь радиус до 180 км при мощности реактора 100 МВт.

Таким образом, ряд аварийных ситуаций, в особенности авария на Чернобыльской АЭС, заставил вновь вернуться к проблеме надежности АЭС и предъявить к условиям обеспечения их безопасности еще более жесткие требования. В результате возникла необходимость не только разработки новых технических решений, но и прекращения эксплуатации и

строительства ряда АЭС, не удовлетворявших современным ужесточенным требованиям безопасности.

Мировой опыт свидетельствует о том, что безопасная эксплуатация АЭС вполне достижима. Так, во Франции более 70 % электроэнергии вырабатывается на АЭС без сколько-нибудь заметных неблагоприятных последствий. Это определяется высоким качеством их сооружения и эксплуатации.

Возможность эффективного и надежного использования АЭС для производства электроэнергии в России должна быть обеспечена совершенствованием их конструкции, улучшением качества строительства и эксплуатации.

Воздействие атомных станций на окружающую среду нельзя рассматривать без учета соответствующего влияния их топливной базы и транспорта топлива. Дополнительными элементами ядерной энергетики, влияющими на окружающую среду, являются и хранилища радиоактивных отходов АЭС. Чрезвычайно сложным и экологически опасным процессом является и демонтаж АЭС по окончании ее нормальной эксплуатации.

В настоящее время достаточно успешно ведутся работы по созданию экологически безопасных АЭС. Эти электростанции должны быть доведены до такого уровня, чтобы исключить аварии типа чернобыльской. Только в этом случае атомные электрические станции будут сопоставимы с другими источниками электроэнергии по безопасности и экологической чистоте.

Гидроэнергетические станции. Гидроэнергетика составляет одну из важнейших частей отечественной энергетики. Уникальной особенностью гидроэлектростанций как источника энергии является использование ими постоянно естественно возобновляемого гидроэнергетического ресурса. В настоящее время ежегодная экономия органического топлива за счет работы гидроэлектростанций составляет около 80 млн. т условного топлива.

Для ГЭС не требуется топливной базы и транспортирования топлива, которые служат дополнительным источником отрицательного воздействия на окружающую среду.

Объективная необходимость развития гидроэнергетики определяется рядом основных факторов:

1) требованиями сократить использование органического топлива для выработки электроэнергии и увеличить количества маневренных мощностей в энергетических системах страны в целях повышения надежности и бесперебойности электроснабжения;

2) ростом потребностей в воде и в связи с этим необходимостью за счет перераспределения стока водохранилищами ГЭС, создания благоприятных возможностей для комплексного использования водных ресурсов;

3) ростом комплексного значения ГЭС для нужд энергетики, сельского хозяйства, водного транспорта, борьбы с наводнениями и т.п.

В связи с тем, что дальнейшее развитие электроэнергетики предполагается в основном путем строительства крупных тепловых и частично атомных электростанций, регулирование нагрузки которых технически сложно и часто экономически невыгодно, роль гидроэлектростанций как источников маневренных мощностей будет все более возрастать. Кроме того, высокая маневренность гидроэлектростанций позволяет использовать их наиболее эффективно для регулирования частоты тока в энергосистемах, выполнение функций оперативного и аварийного резерва, синхронного компенсатора и т.д.

Нередко, гидроэнергетику называют наиболее экологически чистой. В отличие от тепловых электростанций, работающих на органическом топливе, гидравлические станции не выбрасывают в атмосферу вредные вещества, не спускают в водоемы загрязненные стоки и подогретую воду. Однако гидроэлектростанции и их водохранилища (особенно крупные) оказывают другие многообразные воздействия на окружающую природную среду.

Для гидростанции необходимо сооружение значительных водохранилищ в верхнем бьефе перед плотиной, что приводит к существенному затоплению прилегающей территории и влияет на рельеф побережья в зоне станции. И чем более равнинный рельеф в районе сооружения ГЭС, тем при прочих равных условиях большие территории попадают в зону затопления. Вместе с тем, именно в равнинных районах земля наиболее пригодна к использованию в сельскохозяйственных целях.

Одним из основных факторов, определяющих воздействие водохранилища на окружающую среду, является площадь поверхности водохранилища. Около 88 % общего числа водохранилищ в Российской Федерации сооружены в равнинных условиях, используемые при этом на ГЭС напоры достигают 15–25 м, а площадь зеркала акваторий – до нескольких тысяч квадратных километров.

Энергетическая эффективность 1 км^2 затопляемых земель, наиболее мала для равнинных водохранилищ в низовьях крупных рек. Удельная плотность затопления в этих условиях изменяется от 5 до $15 \text{ км}^2/\text{тыс. кВт}$

установленной мощности ГЭС. Для водохранилищ ГЭС на горных реках эта величина на 1–2 порядка ниже.

Строительство перегораживающих русло рек гидроузлов, создающих подпор, изменяет во времени речной сток. Это влечет за собой нарушение целой цепочки природных процессов: переформирование берегов и дна водохранилищ; размывы русел и берегов рек ниже гидроузлов; изменение почвенного и растительного покровов, условий обитания флоры и фауны в долинах рек и самого водотока, качества воды, иногда влияние на частоту землетрясений и некоторые другие отрицательные факторы.

Малоизученным последствием строительства плотин ГЭС является, по мнению некоторых геологов и сейсмологов, так называемая «наведенная сейсмичность» в зоне расположения мощных гидроузлов и больших по объему водохранилищ. По существующей гипотезе, дополнительные напряжения, создаваемые весом воды в акватории и непосредственно самой плотиной, способны нарушить равновесное состояние земной коры в этом районе. При наличии в нем ранее неизвестных геологических разломов освободившееся напряжение значительно превышает размеры «возмущений» нагрузки от массы воды и гидросооружений.

Имевшие место случаи наводят на предположения о возможности подобных явлений. В декабре 1967 г. в Индии была полностью разрушена плотина Коупа высотой 103 м. Причиной катастрофы явилось землетрясение, эпицентр которого располагался непосредственно под телом плотины. Известны и другие примеры повышения сейсмической активности после наполнения глубоких водохранилищ в горных районах. В частности, наблюдения над плотиной Коупа и водохранилищем в Замбии показали, что превалирующее значение для появления «наведенной сейсмичности» имеет величина напора воды до плотины, а не объем водохранилища или его поверхность.

Сооружаемые в настоящее время гидроэнергетические установки предназначены, как правило, решать комплекс задач. Помимо производства электрической энергии сооружение водохранилища используются для целей орошения, рыбоводства, судоходства и т.д.

К положительным последствиям влияния гидроэлектростанций и их водохранилищ можно отнести: преобразования гидрографической сети; осуществление необходимого для народного хозяйства комплексного перераспределения стока во времени для нужд энергетики, орошения, водного транспорта и т.д., уменьшение или полная ликвидация таких

вредных явлений природы, как наводнения, сели, маловодья; улучшения природных условий; оздоровление прилегающих территорий; смягчение климата; водное благоустройство и т.п.

Таким образом, гидроузлы оказывают воздействие на все природные сферы, т.е. на водные и земельные ресурсы, растительный и животный мир, атмосферу, геологическую сферу. Поэтому выбор района строительства ГЭС, определение оптимальной установленной мощности, которая при заданном конкретном рельефе зависит от объема водохранилища, последствия строительства и эксплуатации ГЭС должны быть подвергнуты тщательному, всестороннему анализу.

Вопросы экологического воздействия ГЭС на окружающую среду должны составлять важнейший аспект экологической оценки (ОВОС) и экологической экспертизы на стадиях предпроектной и проектной документации.

6.4. Окружающая среда и возобновляемые источники энергии

В настоящее время оформились *два принципиально самостоятельных подхода*, нацеленных на снижение отрицательного воздействия на окружающую среду.

Первый подход характеризуется внедрением технических разработок, снижающих или частично подавляющих отрицательные последствия при традиционных способах энергопроизводства. При реализации этого направления требуются значительные затраты, а ущерб от отрицательных воздействий на среду не поддается точной оценке.

Второй путь – это новые безотходные технологии получения электрической и тепловой энергии. Второе направление, несмотря на затраты и перестройку процесса производства, несомненно, более перспективно и прогрессивно.

Возобновляемые источники энергии являются примером второго направления (основанного на безотходной технологии), преимущество которого будет неуклонно возрастать с течением времени.

Солнечная энергия. В целом солнечная энергия – практически неограниченный источник, мощность которого на поверхности Земли оценивается в 20 млрд. кВт. Эта величина более чем в 100 раз превышает прогнозные значения требуемой электрической мощности для планеты в целом на уровне 2000 года. Наглядно масштабы поступления солнечной энергии характеризуются следующими цифрами: годовой ее приход на Землю эквивалентен $1,2 * 10^{14}$ т условного топлива; для сравнения можно

указать, что мировые запасы органического топлива оцениваются всего $6 \cdot 10^{12}$ т условного топлива.

Солнечная энергия используется в двух разных направлениях:

1) электроснабжение – создание крупных солнечных электростанций;

2) теплоснабжение – горячее водоснабжение, опреснение.

В первом случае солнечная энергия преобразуется в электричество, во втором – вне зависимости от конечного потребителя преобразуется первоначально в тепло.

Электроснабжение. Осуществить крупномасштабное производство электроэнергии на солнечных электростанциях (СЭС) – трудная задача, поскольку источник солнечной энергии отличается низкой плотностью (плотность радиации в среднем на поверхности составляет 1 кВт/м^2). В связи с этим требуется большая площадь энергоприемника. В некоторых проектах величина необходимой площади для сбора солнечной энергии и ее концентрации на оптических системах доходит до нескольких десятков квадратных километров. В связи с большой стоимостью единицы поверхности модулей концентраторов создание мощных СЭС связано со значительными затратами.

Кроме того, важной является и проблема аккумулирования энергии. Использование аккумуляторов позволяет придать переменному режиму поступления солнечной энергии во времени постоянный характер. Необходимость создания системы аккумулирования выдвигает дополнительные трудности, а сама система соответственно увеличивает стоимость станции. Несмотря на это, в мире разрабатываются проекты СЭС по термодинамическому циклу преобразования с подводом тепла в паротурбинном цикле, аналогичном используемому на современных тепловых электростанциях.

В Италии наиболее крупная из них имеет площадь отражателей более 200 м^2 , а производительность пара – 150 кг/час при давлении 150 атм. , температуру – более $500 \text{ }^\circ\text{C}$. Таким образом, в данной установке достигнуты параметры пара, характерные для современных тепловых станций.

Во Франции испытываются котлы для *паротурбинного цикла СЭС* с различной поверхностью отражателей системы концентраторов. В горном районе Франции построена и действует солнечная печь с тепловой мощностью 1 тыс. кВт . Концентратор для этой установки имеет площадь 2000 м^2 и позволяет получить температуру до $3800 \text{ }^\circ\text{C}$. Таким образом,

исследования по созданию крупных СЭС на основе традиционного паротурбинного цикла находятся на уровне предварительных проработок и крупномасштабных экспериментов по отдельным, наиболее важным узлам станции.

Значительные успехи достигнуты при прямом преобразовании солнечного излучения в электричество с помощью *термо- и фотогенераторов*. Их использование целесообразно для ряда автономных наземных потребителей малой мощности, как навигационное оборудование, автоматические метеостанции, радиомаяки и радиорелейные линии. Однако стоимость производства этих преобразователей все же высока для того, чтобы говорить о возможностях их применения в большой энергетике. Так, для фотоэлектрических преобразователей удельная стоимость, по данным ряда фирм США, колеблется от 100–160 долл/Вт. Результаты технико-экономических оценок показывают, что использовать солнечные фотогенераторы для большой энергетике целесообразно при значительном снижении стоимости единицы установленной мощности.

Теплоснабжение. Второе направление использования солнечной энергии, связанное с теплоснабжением, уже достаточно разработано. Объясняется это тем, что отопление и горячее водоснабжение как низкотемпературные процессы преобразования солнечной энергии в тепло могут быть осуществлены более простыми техническими средствами. *Солнечные водонагреватели* начинают использоваться для целей тепло- и горячего водоснабжения индивидуальных потребителей в южных климатических зонах.

Экологически чистые солнечные электростанции характеризуются возможностью автономного получения электроэнергии в любом географическом районе, длительным ресурсом работы и независимостью коэффициента полезного действия (КПД) преобразования от величины генерируемой мощности. СЭС с КПД фотопреобразователя $> 10\%$ являются экономически приемлемыми. Относительно малая стоимость электроэнергии СЭС обеспечивается применением:

- 1) тонкопленочных сплавов состава медь – индий – селен;
- 2) солнечных элементов большой площади на основе гидрогенизированного аморфного кремния;
- 3) высокоэффективных кристаллических полупроводников (КПД $< 31\%$) для систем с концентраторами излучения;

4) систем теплоотвода и опорно-поворотных конструкций со следящим за Солнцем электроприводом для увеличения количества энергии, генерируемой в предвечернее время.

Ведется разработка СЭС мощностью 1–10 кВт для питания жилых домов, местных систем средней мощности 0,1–10 МВт и центральных станций мощностью 50–1000 МВт.

В настоящее время многие фирмы США выпускают различные конструкции водонагревателей в виде стандартных секций. С помощью секций набираются панели солнечных водонагревателей требуемой производительности. Работы по использованию солнечной энергии для целей отопления и горячего водоснабжения выходят в настоящее время на уровень крупных опытно-экспериментальных установок хозяйственного назначения.

Энергия ветра. Ветроэнергия – один из наиболее древних источников энергии. Она широко применялась для привода мельниц и водоподъемных устройств в древнем Египте и на Ближнем Востоке. Появление паровых машин заставило забыть на длительное время ветровые установки. Кроме того, низкие единичные мощности агрегатов, постоянная зависимость их работы от погодных условий, а также возможность преобразовывать энергию ветра только в ее механическую форму ограничивали широкое использование этого природного источника.

В середине 20 века в связи с широким внедрением электричества возрос интерес к ветроэнергетическим агрегатам, и прежде всего к созданию ветроэлектрических станций (ВЭС). Первая в мире ВЭС с диаметром рабочего колеса 30 м и мощностью 100 кВт была спроектирована и построена в Крыму в 1931 г. Позднее были созданы эффективные ветроэнергетические установки мощностью от 15 до 5000 кВт.

Предпочтительность применения ВЭС по экологическим соображениям в сравнении с любыми вариантами, основанными на использовании органических топлив, не вызывает сомнения. Однако использование ВЭС в качестве единственного источника электроснабжения изолированного потребителя все же имеет существенный недостаток, связанный с ненадежностью бесперебойного обеспечения номинальной мощности. Практический интерес в этом плане представляют исследования по оценке ветроэнергетических ресурсов, выполненные для различных уровней пограничного слоя и свободной атмосферы. Интересны поиски сильных ветровых потоков в средней и верхней тропосфере в целях проектирования ветроэнергетических

установок, подвешенных на привязных аэростатах или аэродинамических платформах на высотах 5–6 км и более.

Существующая оценка ветроэнергетических ресурсов достаточно условна. Довольно часто приводимый в литературе показатель характеризует среднее значение энергии ветра, которую можно снять с 1 км² земной поверхности. Вся потенциально возможная для реализации в течение года энергия ветра по поверхности Земли оценивается в $13 \cdot 10^{12}$ кВт*ч. Для практического использования реально рассматривать 10–20 % этой энергии. Ограниченное ее использование связано с затратами на аккумулирующие устройства или потребители – регуляторы.

Существуют два пути развития ВЭС: создание крупных одноагрегатных ветроэнергетических станций и более экономичный – сооружение многоагрегатных ВЭС, состоящих из 10–15 сосредоточенных установок единичной мощностью около 30 кВт. При работе на общего потребителя многоагрегатные ВЭС позволяют более эффективно сглаживать порывы воздушных течений за счет территориального рассредоточения отдельных агрегатов.

В ближайшем пригороде Стокгольма, местечке Калькугнен, вступила в строй опытно-экспериментальная установка ветроэнергетическая установка, представляющая собой восьмитонный ротор с размахом лопастей пропеллера 18 м. Вращающаяся пропеллерная часть установки находится в верхней части 25-метровой бетонной башни. Предполагается использовать опыт строительства и эксплуатации данной установки при создании трех крупных ветроэнергетических установок для промышленного производства электроэнергии. Указанные ВЭС будут устанавливаться на башнях высотой 75–100 м, а их мощность составит, по предварительным оценкам, 2–4 тыс. кВт.

Энергия океана. В числе основных установок, использующих энергию океана, в настоящее время рассматриваются приливные электростанции (ПЭС), волновые электростанции (Вол ЭС) и электростанции морских течений (ЭСМТ). Здесь происходит преобразование механической формы энергии в электрическую.

Отдельное направление составляют энергоустановки, использующие наличие температурного градиента между верхними и нижними слоями Мирового океана, так называемые гидротермальные установки (ГиТЭС), а также гидротермальные энергоустановки, использующие температурный градиент между водой океана и воздушными массами в северных районах.

Приливные электростанции – направление энергопроизводства, находящееся еще в стадии опытно-экспериментального исследования.

Потенциально энергия приливов – это значительные по ресурсам запасы. Предполагают, что только часть мощности приливов, которое рассеивается на трение и вихревое движение масс воды, составляет около 1 млрд. кВт, что соответствует энергетическому потенциалу почти всех рек мира.

Под приливной электростанцией (ПЭС) понимается электростанция, которая использует обе фазы этого уникального явления – прилив и отлив. Чередование приливов и отливов происходит ежедневно через 6 ч 12 мин, что отличает характер поступления энергии приливов от солнечной энергии и энергии ветра в особенности, приход которых носит ярко выраженный вероятностный характер.

Чередование приливов и отливов требует от гидротурбины ПЭС возможности работать при переменных направлениях вращения. В процессе каждой из двух фаз этого движения меняется напор перед гидротурбиной. Значит, чтобы при малых напорах ПЭС передавала в энергосистему приемлемую по величине мощность, необходимо компенсировать снижение напора увеличением расходов воды. А это удорожает стоимость строительства из-за необходимости увеличивать объемы запасов воды во время прилива и соответственно стоимость земляных работ при создании аккумулирующих емкостей ПЭС. Кроме того, при переходе от прилива к отливу в течение определенного времени напор перед турбиной снижается практически до нуля. Включение турбины ПЭС происходит при достижении минимально необходимого рабочего напора – несколько более полуметра.

Однако широкая рассредоточенность приливной энергии по территории планеты, строгая цикличность поступления и минимальное загрязнение среды ставят это вид возобновляемого источника энергии в число потенциально перспективных.

Эффективность применения ПЭС для целей электроснабжения возрастает в зонах с повышенной высотой приливов. Эти зоны находятся, как правило, в малоосвоенных районах северного и южного полушарий, где отсутствуют местные виды энергоресурсов, а транспортировка топлива обходится достаточно дорого. Таким образом, наиболее благоприятные по гидрологическим характеристикам зоны для сооружения ПЭС находятся в удаленных районах с дефицитом топливных ресурсов.

В Российской Федерации вступила в опытно-промышленное использование Кислогубская ПЭС на Белом море. Наплавная конструкция ПЭС минимально воздействовала на окружающую среду при строительстве станции (1969 г.). Установленная мощность станции – 400 кВт, диаметр рабочего колеса обратимой турбины – 3,3 м, скорость

вращения рабочего колеса – 69 об/мин. Обратимая гидравлическая турбина соединена через мультипликатор с синхронным генератором переменного тока, работающем при скорости 600 об/мин.

Крупная ПЭС работает во Франции. Это станция «Ранс», состоящая из 24 агрегатов общей мощностью 240 МВт. Известно, что с ростом установленной мощности станции несколько снижаются удельные затраты на единицу установленной мощности. Однако на станции «Ранс» удельные капитальные затраты составили 2000 франков на 1 кВт мощности, что в два раза выше, чем для аналогичной по мощности гидроэлектростанции. Снижение удельных капитальных затрат в строительстве ПЭС – главное, что предусматривается на пути их внедрения.

Гидротермальные станции. Преобразование океанической тепловой энергии основано на использовании разницы температур между поверхностными и глубинными слоями океанической воды в тропических областях земного шара. В некоторых местах эта разница очень велика, особенно там, где проходит теплый Гольфстрим. Между поверхностью и глубиной в 600 м разность температур может достигать 22 °С. Принцип действия подобных энергоустановок состоит в следующем.

Низкокипящее рабочее тело (*например*, широко применяемое в холодильной технике теплоносители группы фреонов или аммиак) испаряется в теплообменнике-испарителе за счет подвода тепла от верхних теплых слоев океана. Пары низкокипящего рабочего тела при повышенных температуре и давлении поступают в турбину, где тепловая энергия теплоносителя преобразуется в механическую энергию вращения турбины. На одном валу с турбиной находится электрогенератор. Из турбины пары рабочего тела поступают в конденсатор, где они переводятся в жидкое состояние в процессе охлаждения водой, подаваемой из нижних холодных слоев океана. Далее рабочее тело подается в насос, откуда после повышения давления оно снова поступает в теплообменник испаритель. Этим замыкается термодинамический цикл преобразования тепловой энергии океана в электрическую энергию. Для передачи электричества на сушу необходимы подводные кабели.

На пути осуществления подобных установок стоит много технических проблем. Сложно осуществить подъем холодных масс глубинной воды для процесса конденсации низкокипящего рабочего тела. Так, труба диаметром 15 м для станции на 10 МВт должна быть погружена на несколько сотен метров в глубь океана и при этом способна противостоять толчкам от волн и течений.

Очевидно, что для уменьшения капитальных затрат на сооружение установки и снижения ее собственных нужд целесообразно подавать воду с минимальных глубин. Однако океанская вода при низкой температуре находится в прибрежной зоне, как правило, в глубоких шельфовых впадинах. Поиск их в зоне возможного создания установки представляет важную задачу, существенно определяющую стоимость строительства.

На надежность и эффективность работы теплообменного оборудования установок влияют биологические процессы в планктоне прибрежных зон, а также коррозионные процессы.

В настоящее время в США разрабатывается крупная исследовательская программа ОТЕС (Ocean Thermal Energy Conversion), в соответствии с которой планируется сооружение электростанции, использующей гидротермальную энергию океана. Мощность ее 1 МВт, причем набор указанной мощности предполагается осуществлять блоками по 200 кВт. Удельная стоимость 1 кВт будет колебаться в диапазоне 160–500 долл /кВт. При максимальной удельной стоимости установленный киловатт на ГиТЭС будет более чем в 3 раза дороже, чем установленный киловатт на современной тепловой станции. Учитывая величину эксплуатационных расходов, которые будут определяться стоимостью обслуживания и ремонта, и стремительный рост цен на органические виды топлива, потребление которого в данном случае исключено, ожидается рентабельность подобных установок в обозримой перспективе.

Энергия волн. Энергия, выделяемая при волновом движении масс в океане огромна. Средняя волна, высотой 3 м, несет примерно 90 кВт мощности энергии на 1 м побережья. Однако практическая реализация данной энергии вызывает большие сложности. В настоящее время запатентован ряд технических решений по преобразованию энергии волн в электричество.

В большом объеме эти работы проводятся в Великобритании, которая как островная страна, окруженная со всех сторон морем, заинтересована в изыскании возможностей использования ресурсов энергии волн. Наиболее современным считается преобразователь энергии волн, получивший название «утки Солтера». Он разработан в Эдинбургском университете и представляет механическую систему, снабженную лопастями, расходящимися под углом к общей оси и качающимися вместе с волнами. С помощью храпового механизма лопасти приводят в действие насос, который подает промежуточную гидравлическую жидкость в турбину. Системы от 20 до 40 подобных аппаратов могут устанавливаться в виде цепей на длине около километра.

Преимуществом здесь является возможность использовать энергию как горизонтального, так и вертикального движения волн. КПД этой механической системы приближается, по имеющимся оценкам, к 85 % по сравнению с 50 % в других системах. Предполагают, что около двенадцати установок подобного типа длиной в 50 миль каждая могут удовлетворить потребности Англии в электроэнергии на современном уровне ее потребления.

В Японии в 1978 г. начала давать ток плавучая электростанция, работающая на энергии морских волн. Электроустановка смонтирована на судне водоизмещением 500 т, общая длина которого – 8 м и ширина – 12 м. Максимальная мощность плавучей электростанции составит 2 кВт. Ожидается, что энергоустановки подобного типа экономически более эффективны по сравнению с другими способами энергоснабжения мелких населенных пунктов на побережье океана, где дополнительные транспортные расходы существенно увеличивают стоимость привозного органического топлива.

В целом работы по вовлечению огромных резервов энергии океана в энергопроизводство при минимальном отрицательном воздействии на окружающую среду существенно расширились за последние годы.

Геотермальная энергия. Проблема использования тепла Земли для производства электроэнергии представляет большой интерес. Первая успешная попытка использовать геотермальную энергию для производства электричества была осуществлена в Лордерелло (Италия) в 1904 году, где в паротурбинном цикле стали использовать выходящий из земли сухой пар. Подобно солнечной энергии, энергия тепла Земли первоначально использовалась для отопления и горячего водоснабжения.

В настоящее время мощность ГеоТЭС мира составляет более 1000 МВт. Возможности использования геотермального тепла рассматриваются странами, где имеются благоприятные геологические условия к их применению. Значительные успехи в практическом использовании геотермальной энергии достигнуты, в частности, в Новой Зеландии, Японии и Мексике.

В США в Калифорнии, в долине Больших Гейзеров, построена ГеоТЭС, общая мощность которой 500 МВт. В Италии мощность ГеоТЭС в Лордерелло 390 МВт. Теплоснабжение столицы Исландии – Рейкьявика начиная с 1930 г. в большей мере осуществляется на основе геотермального тепла.

Зарубежные ГеоТЭС используют рабочий геотермальный теплоноситель с энтальпией пара около 200–650 ккал/кг. В Российской

Федерации на Паужетской ГеоТЭС в районе Камчатки энтальпия пароводяного потока на выходе из скважины составляла около 170 ккал/кг.

Предполагается, что при соответствующем развитии геотермальных тепловых электростанций энергия, вырабатываемая ими, будет стоить дешевле энергии, полученной любым другим способом. При этом проблема загрязнения окружающей среды не встает в таком масштабе, как это имеет место при использовании ТЭС.

Общим у всех перечисленных выше электростанций является использование возобновляемых первичных источников энергии, при котором для их работы не требуется сопутствующего развития и эксплуатации ни топливной базы, ни транспорта топлива. Вместе с тем, при определении стратегии развития электроэнергетики необходимо считаться с тем, что и нетрадиционные источники электроэнергии будут оказывать определенное, а в некоторых случаях и весьма значительное воздействие на окружающую среду.

С достаточной осторожностью следует подходить и к оценке их экологической безвредности. Все перечисленные установки будут занимать значительные территории, на первом месте по этому показателю находятся ветроустановки, удельная (на 1 кВт мощности) потребность которых в земельных ресурсах приближается к удельным изъятиям земель для гидроэлектростанций. Крупным экологическим недостатком ветровых установок является создаваемый ими шум, распугивающий птиц и мелких животных, требующий достаточного удаления ВЭС от населенных пунктов.

На втором месте по изъятию земельных ресурсов среди нетрадиционных источников электроэнергии находятся солнечные установки, мощность которых напрямую зависит от площади, занимаемой отражателями (зеркалами) или батареями фотоэлементов и изымаемой из хозяйственного обращения.

По условиям загрязнения окружающей среды на первое место среди названных выше нетрадиционных источников электроэнергии следует поставить геотермальные установки, использующие пар и горячую воду, поступающие из земных недр. Термальные источники выносят на поверхность растворенные в них соли и газы, которые являются первичными источниками загрязнения вод и земной поверхности.

Экологические последствия сооружения приливных электростанций в первую очередь связаны с изъятием больших акваторий морских и океанских заливов с неблагоприятным влиянием на морскую фауну, в частности с ограничением миграции и условий нереста рыб, накоплением в

водохранилищах ПЭС наносов и загрязнителей, сбрасываемых впадающими в него водотоками и смываемых поверхностными стоками.

Выше перечислены далеко не все воздействия возобновляемых источников электроэнергии на окружающую среду. По-видимому, в дальнейшем могут выявиться и другие негативные аспекты.

Контрольные вопросы

1. Каким образом происходит воздействие объектов теплоэнергетики на окружающую среду?
2. Что понимают под техногенным физическим загрязнением в энергетике?
3. Перечислите виды топлива, в зависимости от воздействия ТЭС на окружающую среду.
4. В чем особенности экологического воздействия атомных и гидроэнергетических станций?
5. Сформулируйте два основных подхода, нацеленных на снижение отрицательного воздействия на окружающую среду.
6. Дайте характеристику возобновляемым источникам энергии.

ТЕМА 7

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО РОССИИ В РЕШЕНИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

Проблема охраны окружающей среды имеет глобальный характер. В соответствии со статьей 92 *«Принципы международного сотрудничества в области охраны окружающей природной среды»* Закона «Об охране окружающей природной среды», Российская Федерация в своей политике в области охраны окружающей природной среды исходит из необходимости обеспечения всеобщей экологической безопасности, развития международного природоохранного сотрудничества и *руководствуется следующими принципами:*

- каждый человек имеет право на жизнь в наиболее благоприятных экологических условиях;
- каждое государство имеет право на использование окружающей природной среды и природных ресурсов для целей развития и обеспечения нужд своих граждан;

- экологическое благополучие одного государства не может обеспечиваться за счет других государств или без учета их интересов;
- хозяйственная деятельность, осуществляемая на территории государства, не должна наносить ущерб окружающей природной среде, как в пределах, так и за пределами его юрисдикции;
- недопустимы любые виды хозяйственной или иной деятельности, экологические последствия которой непредсказуемы;
- должен быть установлен контроль на глобальном, региональном и национальном уровнях за состоянием и изменениями окружающей природной среды и природных ресурсов на основе международно-признанных критериев и параметров;
- должен быть обеспечен свободный и беспрепятственный международный обмен научно-технической информацией по проблемам окружающей природной среды и передовых ресурсосберегающих технологий;
- государства должны оказывать друг другу помощь в чрезвычайных экологических ситуациях;
- все споры, связанные с проблемами окружающей природной среды, должны разрешаться только мирными средствами.

Единство биосферы планеты и глобальный характер природопользования обуславливают необходимость совместных действий государств по решению экологических проблем. Международные аспекты охраны природы включают:

- обмен опытом реализации национальных программ природопользования;
- создание и функционирование межгосударственных программ и соглашений;
- учреждение международных органов или организаций по контролю за состоянием природной среды и выполнению принятых соглашений.

В настоящее время заключено около 300 международных договоров, соглашений и конвенций, имеющих природоохранное значение.

Среди них исключительную роль играет Московский договор (1963 г.) *о запрещении испытания ядерного оружия в атмосфере, космическом пространстве и под водой*, который подписали более 100 стран.

В *Декларации Стокгольмской конференции ООН по проблемам окружающей человека среды* (1972) сформулированы 26 принципов, положенных в основу международного экологического сотрудничества. Декларация провозгласила право человека на жизнь в благоприятной

окружающей среде. Природные ресурсы Земли должны быть сохранены на благо нынешнего и будущих поколений.

Важное значение имеет *Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения*, подписанная в 1973 г. более чем 80 странами.

Достигнуты международные соглашения по охране птиц, в том числе *Конвенция по охране мест гнездовья, отдыха и зимовок водоплавающих птиц*. В 1973 г. между бывшим СССР и Японией заключена специальная конвенция по охране перелетных и редких птиц. Позднее такого рода конвенция была подписана также с Индией.

Важными являются соглашения между бывшим СССР и США о сотрудничестве в области изучения и охраны окружающей среды (1972 г.), Канадой (1973 г.) по проблемам охраны природы, Францией, Швецией, Финляндией и рядом других стран Восточной Европы по вопросам охраны природы и рационального использования природных ресурсов.

С целью наведения международного порядка в 1979 г. под эгидой ЕЭК ООН разработана и принята *Конвенция «О трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния»*. Конвенция имеет чрезвычайное значение для улучшения экологической обстановки на европейском континенте. Для реализации Конвенции создан Исполнительный орган, в функции которого входит подготовка протоколов к Конвенции по наиболее актуальным проблемам и общеевропейским мерам по устранению влияния негативных воздействий на окружающую среду и здоровье человека.

После Чернобыльской катастрофы, показавшей практическую необходимость использования прогностических методов, которые учитывают процессы переноса, миграции и накопления в континентальном и глобальном масштабах, в исследованиях по переносу участвуют МАГАТЭ и Европейская экономическая комиссия (ЕЭК) ООН.

Исследования в этой области ведутся в рамках *Программы мониторинга и оценки переноса на большие расстояния загрязняющих воздух веществ в Европе* под эгидой ВМО, ЕЭК ООН, ЮНЕП.

Для оценки этих событий используются математические модели переноса, трансформации, циркуляции потенциально опасных веществ в атмосфере и их последующего выпадения на поверхность Земли. Все большее распространение получают так называемые трассерные эксперименты.

Большое внимание уделяется сокращению выбросов соединений серы как мере борьбы с подкислением природной среды. В 1985 г. подписан *Протокол по сокращению выбросов соединений серы или их трансграничных потоков*. Обязательства России по Протоколу должны были быть выполнены к

1993 г. Россия выполнила их досрочно – к 1989 г. благодаря переводу топливно-энергетического комплекса на природный газ.

В соответствии с протоколом Международной конференции ООН по климату (Япония, 1997) к периоду 2008–2012 гг. странам Европейского союза необходимо уменьшить выбросы «парниковых газов» на 8 %, США – на 7 %, Японии – на 6 % уровня 1990 г. В результате сокращения производства в России выбросы вредных веществ в атмосферу значительно уменьшились.

В 1988 г. подписан *Протокол об ограничении выбросов оксида азота или их трансграничных потоков*. Согласно Протоколу, не позднее 31 декабря 1994 г. они не должны были превышать уровень годовых национальных выбросов за 1987 г. Это обязательство также выполнено Россией досрочно – к 1991 г. (за счет спада производства).

Сжигание топлива – главный источник парниковых газов (прежде всего CO₂). Диоксид углерода является основным продуктом реакций как полного сгорания угля, нефти, природного газа, сланцев, торфа, так и неполного сгорания (окисления) их. На международной конференции в Торонто (Канада) в 1985 г. перед энергетикой всего мира была поставлена задача сокращения к 2005 г. на 20 % промышленных выбросов углерода в атмосферу.

Россией ратифицирован принятый в 1989 г. мировым сообществом Базельскую конференцию «О контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением». В 1994 г. принят Федеральный закон «О ратификации Базельской конференции ООН о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением». Ратификация Россией Базельской конференции является важным шагом к цивилизованному поведению в международных отношениях в области обращения с отходами, созданию необходимого эколого-правового пространства. Реализация основных положений Базельской конференции позволит создать систему контроля за трансграничными перевозками опасных отходов и их удалением и предотвратить опасность превращения России в «мировую свалку опасных отходов».

С 90-х гг. центр внимания европейских государств и специалистов начал смещаться в сторону негативного влияния приземного озона. В 1991 г. в рамках Конвенции в целях предотвращения образования приземного озона разработан *Протокол об ограничении выбросов летучих органических соединений (ЛОС) или их трансграничных потоков*. Протокол не ратифицирован пока большинством стран и не подписан Россией.

Важным шагом в мировой экологической политике явилась *Рамочная конвенция ООН об изменении климата* (РКИК ООН), принятая в 1992 г. на Конференции по окружающей среде и развитию (КОСР-2) в Рио-де-Жанейро. РКИК подписали 154 государства. Первая конференция сторон, присоединившихся к Конвенции, состоялась в марте – апреле 1995 г. в Берлине, вторая - в Женеве в июле 1996 г.

Страны, подписавшие Конвенцию, берут на себя, в частности, следующие *обязательства*:

- готовить, периодически обновлять, публиковать и предоставлять в распоряжение Конференции сторон национальные отчеты по антропогенным выбросам газов, не контролируемых в соответствии с Монреальским протоколом, используя при этом сопоставимые и согласованные методики;

- формулировать, реализовывать, публиковать и регулярно корректировать национальные, а при необходимости и региональные программы, предусматривающие принятие мер по предотвращению изменений климата путем контроля за антропогенными источниками выбросов и прекращению накопления всех парниковых газов, не контролируемых в соответствии с Монреальским протоколом, а также мер, направленных на облегчение адаптации к изменению климата.

В 1994 г. Россия подписала еще один *Протокол относительно дальнейшего сокращения выбросов серы*. Обязательства по этому Протоколу предусматривали уменьшение выбросов серы на ЕТР на 38 % к 2000 г. и на 40 % – к 2005 г. по отношению к уровню 1980 г. Эти обязательства были фактически выполнены раньше, чем планировалось, – уже к 1991 г.

В 1999 г. в рамках Конвенции разработан новый проект *Протокола о борьбе с подкислением, эвтрофикацией и приземным озоном*. Протокол был открыт для подписания в декабре 1999 г. в Швеции на 17-й сессии Исполнительного органа Конвенции. Цели Протокола отражают экологические проблемы, наиболее актуальные для Европы в конце XX века.

Протокол направлен на *уменьшение трансграничного воздействия* на природную среду и здоровье человека, а именно:

- подкисления, вызываемого выпадениями окисленной серы и окисленного азота;

- эвтрофикации, обусловленной выпадениями биогенного азота (аммиака);

- приземного озона, образующегося в процессе фотохимических реакций оксидов азота с ЛОС.

Сокращение выбросов планируется дифференцировать в

зависимости от степени трансграничного воздействия на наиболее чувствительные элементы окружающей среды и здоровье человека. Объемы сокращений уже определены с помощью моделей на основе данных об объемах трансграничных выпадений веществ «страна на страну», критических нагрузок по выпадениям для экосистем, критических уровней концентраций озона для растительности и человека.

Меры по борьбе с этими воздействиями заключаются в сокращении выбросов диоксида серы, оксидов азота, аммиака и ЛОС. Россия и ряд других стран-участников Конвенции пока не подписали Протокол 1999 г.

В настоящее время ведутся переговоры и согласования по объемам сокращения выбросов, проводятся работы по расчетам критических нагрузок и уровней вредных веществ (подпадающих под действие Конвенции), по уточнению данных по выбросам. Центр совместной программы наблюдений и оценки распространения загрязнителей воздуха в Европе – Метеорологический синтезирующий центр «Восток» – находится в Москве.

Вместе с тем, ощутимый экологический эффект может быть получен при сочетании этих мер с глобальным направлением современной политики – максимально возможным сохранением сообществ организмов, природных экосистем и всей биосферы Земли, являющейся стабилизатором климатических условий.

Управление глобальной экологической безопасностью является прерогативой межгосударственных отношений на уровне ООН, ЮНЕСКО, ЮНЕП и других международных организаций. Методы управления на этом уровне включают принятие международных актов по защите окружающей среды в масштабах биосферы, реализацию межгосударственных экологических программ, создание межправительственных сил по ликвидации экологических катастроф, имеющих природный ли антропогенный характер.

В отчете ЮНЕП за 1997 г. «Глобальный обзор состояния окружающей среды» отмечен значительный прогресс в решении проблем окружающей среды. Вошли в практику оценки экологических воздействий хозяйственной деятельности, в ряде стран снизился уровень загрязнения окружающей среды, замедлились темпы деградации и уменьшилась интенсивность использования природных ресурсов. Вступили в действие ряд важных международных соглашений. Широко учитывались в законодательстве важные принципы, такие как общая, но дифференцированная ответственность, «загрязнитель платит», заблаговременное предотвращение экологических угроз.

Однако негативные аспекты, несмотря на усилия правительств и международных организаций, явно преобладают. Продолжается процесс деградации глобальной окружающей среды, возросли выбросы загрязняющих веществ. Достигнут лишь незначительный прогресс в преодолении неустойчивости структуры производства и потребления, а также в решении проблемы опасных и радиоактивных выбросов. Происходит дальнейшее нарушение хрупких экосистем и неприемлемо интенсивное с экономической точки зрения использование возобновляемых природных ресурсов. Во всех регионах Земли существуют серьезные экологические проблемы, тесно связанные с особенностями социально-экономического развития.

Контрольные вопросы

1. Перечислите принципы международного природоохранного сотрудничества.
2. Что включают в себя международные аспекты охраны природы?
3. Назовите несколько видов международных договоров имеющих природоохранное значение.
4. Какое значение имеет Конвенция «О трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния»?
5. Какие обязательства берут на себя страны, подписавшие Рамочную конвенцию ООН об изменении климата?

