

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Уральский государственный горный университет»



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

**Теоретические основы экологической
и техносферной безопасности**

Учебное пособие

Екатеринбург
2017

УДК 502.53, 502.55
ББК 28.08
Э40

Экологическая и техносферная безопасность. Часть I – Теоретические основы экологической и техносферной безопасности: учебное пособие / М.В. Архипов, В.В. Кульнев, М.Б. Носырев, Л.П. Парфёнова, В.А. Почечун, А.И. Семячков, К.А. Семячков, А.А. Фоминых, Л.Б. Хорошавин; под ред. А.И. Семячкова. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. - 177 с.

Экологическая и техносферная безопасность в современном обществе является определяющей в обеспечении его существования.

Учебное пособие рассматривает вопросы современного состояния экологической и техносферной безопасности, ее теоретических основ и экологических и техносферных угроз на геосферной оболочке.

Издание будет полезно научным работникам, специалистам, преподавателям, студентам, аспирантам, занимающимся вопросами экологической и техносферной безопасности, и предназначено для подготовки студентов направления бакалавриата и магистратуры «Экология и природопользование».

Рецензенты: д.г-м.н., профессор Паняк С.Г.(Уральский
государственный горный университет)
д.г.н., профессор Литовский В.В.(Институт экономики
УрО РАН)

© Уральский государственный
горный университет, 2017 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
ГЛОССАРИЙ.....	7
ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	15
1.1 Экологическая ситуация на Земле.....	23
1.2 Техносферная ситуация на Земле	39
1.3 Экологическая ситуация в России.....	43
1.4 Техносферная ситуация в России	47
1.5 Экологическая ситуация в Уральском регионе	50
1.6 Техносферная ситуация в Уральском регионе.....	54
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	57
2.1 Экологические и техносферные системы	57
2.2 Функционирование экосистемы	62
2.3 Функционирование техносистемы	68
ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОСФЕРНЫЕ УГРОЗЫ	79
3.1 Воздействие на биосферу.....	79
3.2 Воздействие на атмосферу	88
3.3 Воздействие на гидросферу	97
3.4 Воздействие на литосферу	104
3.4.1 Воздействие на почвы	104
3.4.2 Воздействия на горные породы	108

3.4.3 Воздействие на недра	113
3.5 Радиационное воздействие	122
3.6 Техносферное воздействие	141
3.6.1 Виды чрезвычайных ситуаций.....	142
3.6.2 Природные и техногенные риски	146
3.6.3 Единая государственная система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (РСЧС).....	155
3.6.4 Подготовка объектов экономики к функционированию в условиях чрезвычайной ситуации	159
3.6.5 Повышение устойчивости функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях	162
3.6.6 Экологические последствия и экологический ущерб при техногенных авариях, катастрофах и опасных природных явлениях	165
3.6.7 Экономическое регулирование деятельности в области предупреждения и ликвидации ЧС	167
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	170
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	171
Приложение 1	173
Сведения об авторах.....	175

ВВЕДЕНИЕ

В учебном пособии рассмотрены следующие основные темы:

1. Современное состояние экологической и техносферной безопасности.
2. Теоретические основы экологической и техносферной безопасности.
3. Экологические и техносферные угрозы.

В Главе 1 приведена информация о существующем состоянии экологической и техносферной безопасности на Земле, России и Уральском регионе. Показано воздействие природных и техногенных факторов на компоненты окружающей среды и социум на глобальном, региональном и локальном уровнях.

В Главе 2 раскрыты теоретические основы экологической и техносферной безопасности с помощью системного подхода. Рассмотрены аспекты функционирования экосистем, техносистем и эколого-техносферных систем.

Глава 3 посвящена экологическим и техносферным угрозам на геосферные оболочки: атмосферу, гидросферу, литосферу, педосферу и биосферу. Значительный объем главы отведен на освещение вопросов связанных с деятельностью по экономической оценке экологического ущерба от чрезвычайных ситуаций техногенного характера и опасных природных процессов.

В целом вопросы безопасности априори являются первостепенными для человеческой жизни и деятельности. В особенности они актуальны для обеспечения гармоничного развития компонентов природной среды, находящихся под влиянием техногенеза. Мы должны стремиться сохранять и/или обеспечивать благоприятное состояние окружающей природной среды, не ущемляя себя в вопросах комфортности проживания, обеспечиваемой техногенными процессами. То есть должны поддерживать

существование ноосферы, обладать ноосферным сознанием, как завещал нам великий ученый и наш коллега - Владимир Иванович Вернадский.

Данное учебное пособие рекомендовано для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки: 05.03.06 – «Экология и природопользование». Может использоваться для изучения следующих дисциплин: правовые основы природопользования и охраны окружающей среды, техногенные системы и экологический риск, промышленная экология, технология основных производств в природе, эколого-экономическая оценка техногенных рисков, современные проблемы экологии и природопользования.

В результате освоения данного учебного пособия обучающийся должен:

ЗНАТЬ: современные проблемы экологии и природопользования; классификацию рисков; основные подходы к управлению риском в современных экономических условиях; базовые общепрофессиональные (общэкологические) представления о теоретических основах общей экологии,

УМЕТЬ: оценивать экологическое состояние окружающей среды; проводить количественную оценку рисков;

ВЛАДЕТЬ: процессами и последствиями антропогенной трансформации окружающей среды методами анализа и оценки технологических схем предприятий для формирования безотходной схемы.

ГЛОССАРИЙ

Биогеоценоз – наземная экосистема, объединяющая на основе обмена веществ, энергии и информации сообщества живых организмов (биоценоз) с пространственной совокупностью абиотических сообществ (биотопом).

Биолого-социальные опасности – возникают при нарушении санитарно-эпидемиологических нормативов в обществе в виде эпидемии различных болезней и катастроф.

Биосфера – глобальная экосистема, особая активная оболочка Земли, состав, строение и энергетика которой определяются деятельностью живых организмов.

Биота – любая пространственная совокупность всех живых организмов безотносительно к категории "сообщество" (например, биота суши, биота океана, биота биосферы и др.)

В итоге особое важное значение экология приобретает при предупреждении и ликвидации последствий природных и техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС), наносящих существенный ущерб природе и человеку. Это обусловлено тем, что все проблемы в окружающей среде – это экологические проблемы: как правильно предупредить и ликвидировать ЧС, не нанося ущерба ни природе, ни человеку; как восстановить причиненные последствия; как не допустить их повторения и другое.

Вред окружающей среде – отрицательное изменение окружающей среды в результате её загрязнения, повлекшее за собой деградацию естественных экологических систем и истощение природных ресурсов.

Геоэкология – новое научное направление в науках о Земле, которое рассматривает вопросы воздействия литосферы на биосферу с учетом экономической деятельности человека [13].

Загрязнение окружающей среды – поступление в окружающую среду вещества, энергии, свойства, местоположение, количество которых оказывает отрицательное воздействие на окружающую среду.

Инженерная экология – это междисциплинарная наука, изучающая влияние промышленности, всего хозяйства от отдельных предприятий до техносферы на окружающую среду и, наоборот, влияние условий окружающей среды на функционирование предприятий и их комплексов.

Качество окружающей среды – состояние окружающей среды, которое характеризуется физическими, химическими, биологическими и иными показателями или их совокупностью.

Ноогенез – процесс формирования ноосферы.

Ноосфера – сфера разума, согласно В. И. Вернадскому, качественно новая, высшая стадия развития биосферы под контролем разумной деятельности человека.

Оздоровление окружающей среды (вместо охраны окружающей среды) – деятельность государственных органов РФ, общественных организаций, отдельных лиц, направленная на сохранение и восстановление природной среды, предотвращение отрицательного воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и ликвидацию её последствий.

Окружающая среда – совокупность компонентов природной среды, природных, природно-техногенных и техногенных объектов:

Опасное природное явление – событие природного происхождения, которое по интенсивности, масштабам, продолжительности оказывает негативное воздействие на жизнедеятельность людей, функционирование объектов экономики, окружающую среду и может вызвать чрезвычайную ситуацию. Источниками природной опасности являются части литосферы, гидросферы и атмосферы, в которых протекают различные природные явления, оказывающие негативное влияние на жизнедеятельность людей и

состояние объектов техносферы. Следовательно, природное явление – это результат протекания природных процессов.

Опасность – центральное понятие, как сфера безопасности жизнедеятельности в техносфере, так и промышленной безопасности. Источниками возникновения опасностей ЧС являются: природная среда, техносфера и общество, поэтому ЧС делятся на природные (стихийные бедствия), техногенные (пожары и взрывы, транспортные, гидродинамические и другие аварии и катастрофы) и биолого-социальные (эпидемии, эпизоотии, эпифитотии). Все они наносят колоссальный вред окружающей среде.

Особенности этого влияния заключаются в воздействии новых, особых факторов и их трудно предсказуемых последствиях на окружающую среду.

Эти проблемы в научных исследованиях прочно выходят на одно из первых мест, обуславливая формирование нового раздела –экологии чрезвычайных ситуаций (ЭЧС).

Причинами чрезвычайных ситуаций могут быть: количественный и качественный рост экономики, усугубление природных, экологических, экономических, социальных, политических и биологических глобальных проблем, быстрый рост народонаселения, вовлечение в производственные процессы огромных масс опасных для человека и Природы веществ и материалов, истощение природных ресурсов, загрязнение окружающей среды и множество других факторов. Кроме того, причинами ЧС является не соблюдение технологической и производственной дисциплины на предприятиях, существенный износ основных фондов отраслей, низкая эффективность систем безопасности и другое.

Техногенез – процесс развития культуры и техники, порождающий изменения в окружающей человека среде.

Техногенная опасность – это состояние, внутренне присущее технической системе, промышленному или транспортному объекту,

реализуемое в виде поражающих воздействий источника техногенной опасности на человека и окружающую среду при его возникновении в процессе нормальной эксплуатации этих объектов.

Техносфера – часть биосферы, коренным образом преобразованная человеком в инженерно-технические сооружения: города, заводы, карьеры, шахты, дороги, плотины, водохранилища и др.

Чрезвычайные ситуации (ЧС)– свойство, состоящее в наличии источников природной и техногенной опасности, которые при определенных условиях (природные явления, аварии, катастрофы на объектах техносферы), в результате воздействия поражающих факторов могут причинить ущерб населению, объектам техносферы и природной среды.

Экологическая безопасность – состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного отрицательного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Экологическая культура – гармоничное единство экологического образования и экологического воспитания, направленных на повышение уровня знаний, интеллекта и формирование активной природоохранной позиции с оздоровлением окружающей среды.

Экологические факторы – это определённые условия и элементы среды, которые оказывают специфические воздействия на неживую и живую природу. Они подразделяются на абиотические (совокупность факторов неорганической среды), биотические (совокупность факторов органической среды) и техногенные (совокупность факторов техногенной среды, порождённой человеком).

Экологический аудит – независимая комплексная, документированная оценка соблюдения субъектами хозяйственной и иной деятельности требований, в т. ч. нормативов и нормативных документов в области охраны окружающей среды, требований международных

стандартов, и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности.

Экологический интеллект – экологическое сознание, экологический разум, направленные на оздоровление окружающей среды, воспитание любви к природе и патриотизма.

Экологический контроль – система мер, направленная на предотвращение, выявление и пресечение нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обеспечение соблюдения субъектами хозяйственной или другой деятельности требований, в т. ч. нормативов и нормативных документов в области охраны окружающей среды.

Экологический мониторинг – комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и техногенных факторов.

Экологический риск – вероятность наступления события, имеющего отрицательные последствия для природной среды и вызванного отрицательным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера, их последствиями.

Экология – наука о процессах и взаимодействиях растительности, животных и человека с окружающей средой с целью сохранения и оздоровления.

Экология чрезвычайных ситуаций (ЭЧС) – это отдельный раздел экологии, изучающий влияние и предотвращение чрезвычайных ситуаций на окружающую среду: атмосферу, гидросферу и литосферу.

Экономическая экология – отдельный раздел экологии, в котором изучаются экономические последствия воздействия техногенных процессов на состояние Природы с целью её сохранения и оздоровления.

Экоразвитие – экологически ориентированное социально-экономическое развитие, при котором рост благосостояния людей не сопровождается ухудшением состояния среды обитания и деградацией

природных систем, а, наоборот, сопровождается повышением качества окружающей среды.

Экосистема – комплекс, в котором абиотические и биотические компоненты связаны с обменом вещества, энергии информации, самая крупная экосистема – биосфера.

Некоторые законы экологии:

1. Закон биогенной миграции атомов (В. И. Вернадский):

«Миграция химических элементов на земной поверхности в биосфере осуществляется или при непосредственном участии живого вещества (биогенная миграция), или же она протекает в среде, геохимические особенности которой (O_2 , CO_2 , H_2 и др.) обусловлены как живым веществом, так и тем, которое действовало на Земле на протяжении всей геологической истории». Основной вывод: сохранение живого покрова Земли в относительно неизменном виде.

2. Закон внутреннего динамического равновесия:

«Вещество, энергия, информация и динамические качества отдельных природных систем взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает соответствующие количественные или качественные изменения».

Основной вывод – взаимодействие экологических компонентов среды **нелинейно**. Слабое воздействие или изменение одного показателя может вызвать сильные отклонения в других показателях и всей системы в целом. Это ещё раз подтверждает целесообразность исследования **нелинейных зависимостей** между параметрами и их прогнозирования компьютерными методами искусственного интеллекта.

3. Закон контекстности (В. И. Вернадский):

«Количество живого вещества биосферы есть константа». Основной вывод: правило обязательного заполнения экологических ниш (Г. Ф. Гаузе).

4. Закон корреляции (Ж. Кювье):

«В организме как целостной системе все его части соответствуют друг другу как по строению, так и по функциям».

Основной вывод: изменение одной из его частей или отдельной функции влечёт за собой изменение других частей или функций. Целесообразно добавить: подобная корреляционная зависимость существует в неживой природе.

5. Закон максимизации энергии (Г. и Э. Одум):

"В соперничестве с другими системами выживает та их них, которая наилучшим образом способствует поступлению энергии и информации и использует максимальное её количество самым эффективным образом".

Основной вывод: система обеспечивает круговорот различных веществ и создаёт накопители (хранилища) высококачественной энергии и информации.

6. Закон минимума (Ю. Либих):

«Выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей».

Основной вывод – организм в определённой мере может заменить одно вещество другим веществом, близким ему по функциональным и химическим свойствам.

7. Закон ограниченности природных ресурсов:

«Все природные ресурсы и условия Земли конечны».

Основной вывод: искусственно привнесённое количество энергии в биосферу уже достигло предельных значений.

8. Закон оптимальности:

«С наибольшей эффективностью любая система функционирует в пространственно-временных функциях. Размер любой системы должен соответствовать её функциям».

9. Закон падения природно-ресурсного потенциала:

«Со временем природные ресурсы делаются всё менее доступными и требуют увеличения затрат труда и энергии на их извлечение».

10. Закон пирамиды энергии (Р. Линдеман):

«Переход с одного уровня экологической пирамиды на её другой уровень в среднем составляет не более 10 %».

11. Закон толерантности (В. Шелфорд):

"Лимитирующим фактором существования организма (вида) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия".

Основной вывод: диапазон между ними определяет величину выносливости (толерантности) организма к данному экологическому фактору.

12. Закон физико-химического единства живого вещества (В. И. Вернадский):

«Всё живое вещество Земли физико-химически едино».

Основной вывод — любые вещества или иные экологические воздействия, смертельные для одних видов, оказывают такое же воздействие на другие организмы.

13. Закон единства всеобщих законов неживой и живой Природы:

«Всеобщие законы неживой и живой Природы едины ввиду единства материального Мира от Вселенной до элементарных частиц материи».

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Главный предмет изучения в экологии – это *экосистемы*, т. е. единые природные комплексы, образованные живыми организмами и средой обитания.

Экология представляет собой междисциплинарную науку, изучающую сложнейшие проблемы взаимодействия человека с окружающей средой. В целом, стратегической задачей экологии является развитие теории взаимодействия природы и общества на основе нового взгляда, рассматривающего человеческое общество, как неотъемлемую часть биосферы. Актуальность этой проблемы, вызванной обострением экологической обстановки в масштабах всей планеты обусловило экологизацию большинства естественных, технических и гуманитарных наук. Еще Э. Геккель называл экологию наукой об экономии природы.

Структура современной экологии приведена на рисунке 1. Она наглядно показывает обширность экологических проблем и их областей. Так, *теоретическая экология* рассматривает общие закономерности организации жизни, а *практическая экология* изучает механизмы разрушения биосферы человеком, способы предотвращения этого процесса и разрабатывает принципы рационального использования природных ресурсов. Научную основу практической экологии составляет система общеэкологических законов, правил и принципов.

В задачи *теоретической экологии* входят:

- разработка общей теории устойчивости экологических систем;
- изучение экологических механизмов адаптации к среде;
- изучение биологического разнообразия и механизмов его поддержания;
- исследование продукционных процессов;

- исследование процессов, происходящих в биосфере, с целью поддержания ее устойчивости;

- моделирование состояния экосистем и глобальных биосферных процессов.

Практическая экология на основе теоретической экологии имеет следующие практические направления:

- прогнозирование и оценка возможных отрицательных последствий деятельности человека для окружающей среды;

- улучшение качества окружающей среды;

- сохранение и рациональное воспроизводство природных ресурсов;

- оптимизация инженерных, экономических, организационных, социальных и других решений для обеспечения экологически безопасного, устойчивого развития.

Стратегической задачей экологии является развитие теории взаимодействия природы и общества, являющегося неотъемлемой частью биосферы.

Великие российские ученые: К. Э. Циолковский, В. И. Вернадский, Д. И. Менделеев, А. Л. Чижевский создали учение о единстве человека и природы: человек-составная часть природы и рассматривать их необходимо в диалектическом единстве, не противопоставляя друг другу; человек и окружающая его природа-это частица Вселенной [5,11].

Если в физике базовой единицей является атом, в химии- электрон, в биологии-клетка, в физиологии-орган, то базовой единицей в экологии является экологическая система – экосистема. Термин «экосистема» впервые предложил А. Тенсли в 1935 году [7].

Экология в целом и ее многочисленные экосистемы тесно связаны с другими науками (рис. 2). Укрепление взаимосвязи экологии с другими науками является генеральным направлением прогрессивного развития экологии. При этом экология является точной наукой, ибо взаимодействие между организмами и окружающей средой оцениваются не только

качественно, но и количественно. Отсюда тесная связь экологии с математикой.

Кроме того, экология тесно связана с объективными общими и конкретизированными законами диалектического материализма: единства и взаимодействия противоположностей, перехода количества в качество и отрицания отрицаний [19].

В экологии существуют основные четыре правила, полностью соответствующим объективным законам диалектического материализма [16]:

1. Правило всеобщей связи процессов в биосфере: все связано со всем. Экологи рассматривают биосферу как сложную саморегулирующую (синергетическую), динамическую систему со множеством подсистем и взаимосвязанных элементов.

2. Правило безотходности биосферных технологий: все переходит из одной формы движения материи в другую. Так одни организмы или их остатки служат пищей для других. Существует принцип безотходности производства: отходы одного производства являются высококачественным сырьем для другого производства.

3. Правило рациональности природных веществ и соединений: Природа знает все, знает лучше. Абсолютно все знания и технологии находятся в Природе – во Вселенной и человек только их познает.

4. Правило целостности и рациональности построения биосферы: ничто не дается даром. Все, что извлечено из Природы должно, быть возвращено. Несоблюдение этих правил породило ряд экологических проблем:

- загрязнение воздуха, воды и почвы отходами промышленности и сельского хозяйства;

- острый недостаток чистой питьевой воды и кислорода в воздухе;

- истощение природных ресурсов;

- энергетический кризис;
- недостаток продуктов питания из-за резкого увеличения населения Земли и эрозии почв;
- нарушение биологического и климатического равновесия в природе.

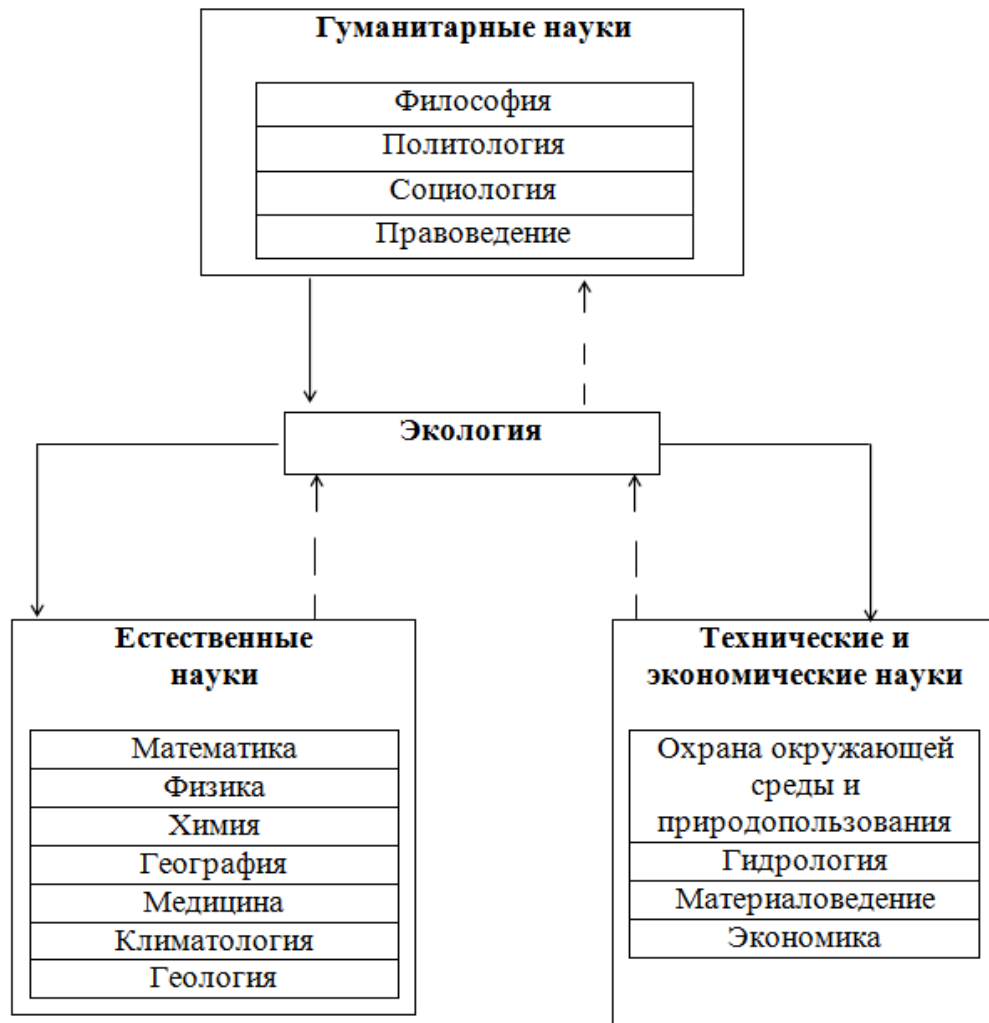


Рисунок 2. Связь экологии с другими науками

Ранее экологический кризис не имел глобального распространения. И только с конца XVII - начала XVIII веков воздействие человека на природу стало всеобщим и разрушительным [20].

Началась эпоха техногенеза, грандиозного и опасного по своим последствиям. Так, объем твердых промышленных и бытовых отходов составляет около 20-30 млрд т ежегодно, из которых около половины

составляют органические вещества; выпускается около 1 млн различных веществ, отсутствующих в природе; вносится в почву около 1 млн т минеральных удобрений и более 500 тыс. т различных токсикантов; за один год извлекается из недр до 100 млрд т минерального сырья; освоены 56 % поверхности суши; ежегодно в водоемы сбрасывается около 600 млрд т промышленных стоков, требующих 12-15-кратного разбавления для их нейтрализации. На фоне ускоряющегося роста народонаселения это обусловило современный глобальный экологический кризис. Поэтому настало время для разработки историко-экологической основы для долгосрочного прогнозирования будущего земной экосистемы-решения глобальных экологических проблем.

Наибольшее влияние на ухудшение окружающей среды оказывают регулярно происходящие природные и техногенные чрезвычайные ситуации [13,14].

Поэтому, в будущем будет создано и сформировано новое направление в экологии – экология чрезвычайных ситуаций (ЭЧС).

Человечество вступает в новую эру своей истории, наиболее характерный ее признак – возникновение глобальных экологических проблем. Впервые в истории возникла ситуация, когда человечество может сплотиться на такой основе, как обеспечение глобальной безопасности современной цивилизации.

Всю предыдущую историю можно рассматривать в экологическом смысле как шедший с ускорением процесс накопления тех изменений в науке, технике и в состоянии окружающей среды, которые, в конце концов, переросли в современный экологический кризис. Основной признак этого кризиса – резкое качественное изменение биосферы, произошедшее за последние 50 лет. Более того, не так давно появились уже первые признаки перерастания экологического кризиса в экологическую катастрофу, когда начинаются процессы необратимого разрушения биосферы. Экологическая проблема поставила человечество перед

выбором дальнейшего пути развития: быть ли ему по-прежнему ориентированном на безграничный рост производства или этот рост должен быть согласован с реальными возможностями природной среды и человеческого организма, соразмерен не только с ближайшими, но и с отдаленными целями социального развития.

В возникновении и развитии экологического кризиса особая, определяющая роль принадлежит техническому прогрессу. По сути дела возникновение первых орудий труда и первых технологий привели к началу техногенного давления на природу и возникновению первых спровоцированных человеком экологических катаклизмов. С развитием техногенной цивилизации происходило увеличение риска экологических кризисов и утяжеление их последствий.

Источник такой взаимосвязи – сам человек, который одновременно является и природным существом, и носителем технологического развития.

Однако, несмотря на такую «агрессивность», именно технический прогресс может быть залогом выхода человечества из глобального экологического кризиса (рис. 3). Создание новых технологий безотходного производства по замкнутому циклу позволит обеспечить достаточно высокий уровень жизни, не нарушая при этом хрупкого экологического равновесия. Постепенный переход к альтернативной энергетике сохранит чистый воздух, прекратит катастрофическое сжигание атмосферного кислорода, устранил тепловое загрязнение атмосферы.

Таким образом, экологическая наука занимает ведущее положение в прогрессивном развитии нашей страны и экологические проблемы чрезвычайно актуальны в сохранении и оздоровлении окружающей среды. Техногенный мир должен развиваться в строгой гармонии с природным миром по основному экологическому закону: экология первична, технология вторична, а экономика третична. При этом экология

чрезвычайных ситуаций приобретает важное, актуальное значение как новый раздел экологии.

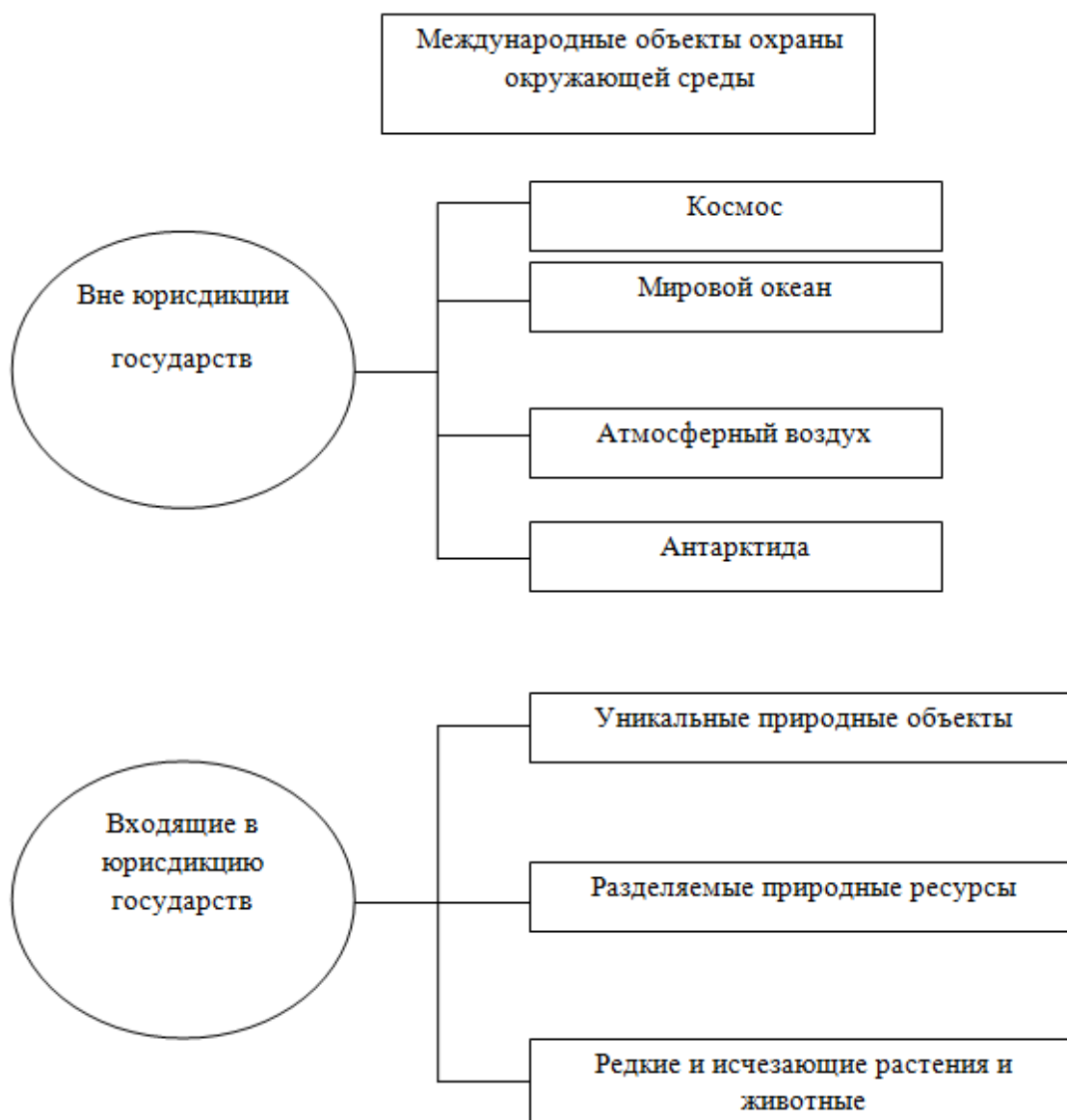


Рисунок 3. Классификация международных объектов охраны

В целом Международные объекты охраны окружающей среды и руководящие органы – структура центрального аппарата Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (объекты и их охрана) осуществляют рациональное природопользование и экологизацию всей биосферы и техногенеза (рис. 3, 4).



Рисунок 4. Структура центрального аппарата Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (сокращенно – Минприроды РФ)

1.1 Экологическая ситуация на Земле

За последние 100 лет на Земле произошли огромные экологические и экономические изменения: численность человечества возросла в 6 раз, темпы роста экономики – более чем в 300 раз, а потребление энергии – в 12 раз (удвоение каждые 25 лет) (табл. 1).

При этом глобальные последствия техногенного воздействия на окружающую среду – природу – следующие [20]:

- ежегодно извлекается из недр Земли около 4 трлнм³ горных пород, образуются карьеры глубиной до 1 км;
- отходы от переработки сырья достигают 97-99 %, т. е. используется лишь 1-3 % от добытого. С учетом бытовых и радиоактивных отходов получается, что человечество, в данный период развития, работает на отходы;

Таблица 1.Изменения масштабов хозяйственной деятельности и глобальной экосистемы

Показатель	Начало 20 в.	Конец 20 в.
Валовой мировой продукт, млрд долл.	60	20 000
Численность населения млрд человек	1	6
Потребление пресной воды, млрд м ³	360	4000
Потребление чистой продукции биоты, %	1	40
Сокращение числа видов, %	-	20
Площадь, нарушенная хозяйственной деятельностью, %	20	60
Потребление энергии	1	Возросло в 12 раз (удвоение каждые 25 лет)

– ежегодно общее количество отходов увеличивается на 4 млрд т и уже достигло 100 млрд т; рециклинг отходов составляет < 20 %;

– опасных отходов образуется ежегодно около 500 млн т, из них 50 % -в США, на втором месте – Россия и на третьем – Индия. Наиболее опасны радиоактивные отходы (РАО) – по данным Научного совета по атомной энергетике ОФТПЭ РАН к 2000 г. на объектах ядерного топливного цикла накоплено жидких и твердых радиоактивных отходов общей активностью приблизительно 2-4 млрд Кюри (без учета активности отработавшего ядерного топлива), которые размещены на 416 объектовых пунктах хранения РАО. Кроме того, имеется 24 объектовых пункта хранения отработавшего ядерного топлива. Указанные объекты представляют большую потенциальную опасность, а обращение с РАО на этих объектах связано со значительными проблемами обеспечения безопасности регионального и глобального масштабов. За 70 лет было произведено около 2 тыс. ядерных взрывов, что привело к увеличению радиоактивного фона планеты на 2 %. Сейчас накопилось более 10 млн*м³

РАО. Их захоронение загрязняет подземные воды и со временем выносит радионуклиды на поверхность Земли.

- ежегодно сжигается около 10-11 млрд т условного топлива с выделением около 30млрдт. диоксида углерода, более 150 млн т диоксида серы и около 1 млрд т аэрозолей и сажи;

- ежегодно в Мировой океан поступает до 10 млн т нефтепродуктов, а во внутренние водотоки и водоемы – свыше 500 млрд т промышленных и бытовых стоков;

- потеряно около 2 млрд га плодородных земель;

- началось интенсивное загрязнение космического пространства.

В общем загрязнении среды обитания человечества 80-85 % приходится на промышленно развитые страны (США, Франция, Германия и др.), хотя их население составляет лишь 20 % от мирового.

Проблемы вовлечения твердого топлива, главным образом угля, в переработку для получения жидких продуктов становится ныне весьма актуальной. Это связано с тем, что при существующих масштабах мирового потребления нефти более 4 млрд т/год) запасы ее, пригодные для добычи экономичными методами, будут истощены уже в первой половине 21 века.

Доля различных энергоресурсов в выработке энергии в разных странах различна.

В настоящее время основное количество энергии (тепловой и электрической) получают за счет сжигания или переработки природного углеродсодержащего топлива (табл. 2) [5].

Естественно, что каждая страна старается использовать в первую очередь те ресурсы, которыми она обладает.

Считается, что качество жизни напрямую связано с потреблением энергии на душу населения. Сейчас на каждого жителя Земли приходится чуть больше 2 кВт·ч в день при норме 10 кВт·ч. В промышленно развитых странах этот показатель в 14 раз выше, чем в развивающихся странах.

Например, в Норвегии потребляется 25 тыс. кВт·ч, Италии –3 тыс., а в Бангладеш – всего 46 кВт·ч на душу населения в год.

Таблица 2. Использование различных энергоресурсов в Море, %

Страна	Уголь	Нефть	Газ	Ядерная энергия	Гидро-энергия	Энергия ветра	Солнечная энергия
Канада	15	3	6	18	61	3	3
Швеция	2	2	-	43	51	1	1
Швейцария	-	2	-	39	59	-	-
США	54	3	13	19	8	3	3
Германия	57	2	7	29	4	1	1
Велико-британия	52	7	11	28	2	2	2
Китай	74	8	-	-	18	-	-
Россия	16	8	46	13*	17	0,003	0,001
Франция	5	1	1	79	14	-	-
Италия	9	52	18	-	19	2	2
Ю.Корея	17	27	9	43	4	-	-
Тайвань	23	21	3	34	9	-	-
Япония	12	22	23	32	9	2	2
Весь Мир	40	10	14	17	17	1	1
Примечание -*16,7 % в 2005 г.							

Россия является крупнейшим в мире производителем топливно-энергетических ресурсов: около 17 % нефти, 25 % газа, 15 % каменного угля. В то же время на фоне постоянного увеличения экспорта энергоресурсов (прежде всего газа и нефти) рост промышленности в ряде регионов страны наталкивается на нехватку электроэнергии.

Обращает на себя внимание то, что в США неуклонно возрастает доля угля (12,5 % в 1970 г.), падает нефти (с 45 %), заметно снижается доля газа (с 35,6 % в 1970 г.). В России же иная тенденция: несмотря на большие запасы угля (крупнейшие в мире) произошло (за этот же срок) снижение его доли с 40 до 16 %, доля газа повысилась с 22 до 46 %, доля нефти тоже несколько увеличилась. Таким образом, в России быстрее выгорают те виды энергоресурсов, запасы которых закончатся раньше (см.

Таблица 2). Добавим к этому, что нефть и газ – основные виды сырья для синтеза важных для экономики страны материалов.

Наряду с истощением запасов полезных ископаемых невозобновляемая энергетика имеет отрицательные экологические последствия, к основным из которых следует отнести:

- загрязнение природной среды вредными веществами (ВВ)-ксенобиотиками («чуждыми жизни»);
- повышенный расход атмосферного кислорода транспортом и энергоустановками;
- тепловое загрязнение среды обитания;
- опасность возникновения техногенных катастроф.

На всех исторических этапах развития цивилизации суммарная по объему добыча неметаллических видов минерального сырья превосходила размеры добычи и переработки других видов полезных ископаемых (табл. 3).

Доминирующее положение по объему занимает сырье для производства строительных материалов. Техногенез имеет большей частью локальный характер. На региональный уровень загрязнения окружающей среды выходят крупные горно-химические предприятия. При этом основным источником загрязнения являются терриконы, внутри которых происходит горение угля и окисление пирита с выделением SO_2 , CO и продуктов возгорания смолистых веществ – бензапирена (Таблица 4).

Таблица 3. Промышленные типы полезных ископаемых

Промышленные типы полезных ископаемых
Металлические полезные ископаемые Черные металлы(Fe, Mn, Cr) Легирующие тугоплавкие металл(Ti, V, W, Mo, Ni, Co) Цветные металлы (Al, Cu, Pb, Zn, Mg, Sn, Bi, Sb, Hg) Драгоценные металлы(Au, Ag, Ртиплатиноиды Ru, Rh, Pd, Os, Ir)
Металлы радиоэлектроники и ядерно-космической техники: <i>редкие – литофильные легкие</i> (Be, Li, Cs, Rb, Sr) <i>тяжелые</i>(Nb, Ta, Zr, Hf) и <i>лантаноиды</i>(TR) <i>халькофильные</i> (Cd, Ge, Ga, In, Re, Tl, Te, Se) <i>сидерофильные</i>(Sc) Радиоактивные: U, Th

Неметаллические полезные ископаемые	
Индустриальное (горнорудное) сырье:	
алмазы и цветные камни	
графит	
слюды	
асбест	
магнезит	
барит	
Флюорит	
Горно-химическое и агрономическое сырье:	
минеральные соли	
серное сырье	
фосфатное сырье	
Сырье для производства строительных материалов:	
глины	
каолины	
гипс	
ангидрит	
карбонатные и кремнистые	
породы	
песок	
гравий	
песчаники и кварциты	
магматические и метаморфические породы	
Горючие полезные ископаемые (каустобиолиты)	
Группа углеродного сырья (торф, ископаемые угли, горючие сланцы)	
Группа углеводородного сырья (нефть, газ, твердые битумы)	

Таблица 4. Техногенные загрязнения окружающей среды от объектов природопользования

Полезные ископаемые	Принятый, химический символ	Токсичные компоненты			
		сопут- ствующие	на тех- нологи- ческой стадии	на локаль- ном и регио- нальном уровнях	на гло- бальном уровне
Каустобиолиты					
Торф	C	—	Ce, Ni, Ba, Mn, Sr		CO ₂
Уголь, горючие сланцы	C	Ge, Ga, Sc	FeS ₂ , Ge, Hg, S		CO ₂ , S
Нефть, газ, битумы	C _n H _{2n} + 2 n от 1 до 36	S, V, Ni, Zn, He, I, Br	H ₂ S, V, Ni, Zn ТМ*	H ₂ S, Zn УВ**	S,CO ₂ УВ**

<i>Металлические полезные ископаемые</i>					
<i>Оксидные руды:</i> железные	Fe	Ti, V	SiO ₂ , Cu, As, Pb, SO ₂ , Zn, Cr, Ni, Mn	Pb, Zn, Mn, SO ₂	SO ₂ , P
Хромитовые	Cr	Pt	Cr	-	-
Марганцевые	Mn	Fe	Mn, P	Mn, P	P
Урановые	U	Th	U, RN***, Rn	U, RN***, Rn	RN***
<i>Сульфидные руды:</i> медно-кобальто- никелевые	Cu, Ni, Co, Pt, Pd	F, Se, Au, Ag	Cu, Ni, Co, S, Se	S, As, Se	S, As
Медно-колчеданные	Cu	Zn, Au, Fe	Cu, Zn, S	Zn, S	S
Медно-молибден- порфировые	Cu	Mo, Ag, Au, Re	Pb, Zn, S, As, Cu, Mo, P	S, Pb, Zn, As	S, As
Медно-свинцово- цинковые	Cu, Pb, Zn	Ag, Bi	Cu, Pb, Zn, Bi, S	Pb, Zn, Bi	S, As
Сульфидно-рудные	Sb, Hg	Zn, Cd, As	Sb, Hg, As	Hg, As	Hg, As
<i>Неметаллические полезные ископаемые</i>					
Горно-рудные	См. Таблица 3	-	Пыль, Ba, F	-	
Горно-химические	S, NaCl	-	S, NaCl-рассолы	S	
Агрономические	P, KCl	NaCl, MgCl ₂ , Al	KCl-рассол, Al, Sr, P, F, V, U, Cd, Zr	P	
Строительное сырье	См. Таблица 3	-	Пыль, SiO ₂ , SO ₃	Пыль S	
Примечание -ТМ* – тяжелые металлы; УВ** – углеводороды; RN*** – радионуклиды					

В перечни для каждого вида природной среды входят: свинец, кадмий, ртуть, мышьяк, 3,4-бензапирен, 3,4-диоксин, ДДТ и другие пестициды. Кроме того, приоритетными загрязнителями являются:

– в воздухе -взвешенные частицы, оксиды серы, азота, углерода, озон, сульфаты;

– в атмосферных осадках - pH , главные катионы и анионы калия, натрия, магния, кальция, сульфат-, хлорид-, нитрат- и гидрокарбонат-анионы;

– в пресных водах, донных отложениях и почве -биогенные элементы фосфора, азота и кремния.

Содержание вредных веществ с природных сферах исследуется с помощью экологического мониторинга. Понятие *геоэкологический мониторинг* следует рассматривать как мониторинг окружающей среды во взаимодействии с геологическими процессами и производными от них природными обстановками различных уровней. Синонимом этому понятию служит *экологический геомониторинг*. Его разновидностью на локальном уровне является *литомониторинг*, который включает систему наблюдений за состоянием литосферы и биосферы, включающей воздушную и водную среду, а также протекающими в них природными и техногенными процессами.

Загрязнение атмосферы имеет два аспекта: воздействие на состояние экосистем и воздействие на здоровье человека. Первое определяется выбросами парниковых газов (прежде всего диоксида углерода и метана, а также закись азота - N_2O , перфторуглероды (ПФУ), гидрофторуглероды (ГФУ) и гексафторид серы – SF_6), а также оксидов серы и азота, вызывающих кислотные дожди, второе - кроме вышеперечисленного, определяется выбросом в атмосферу α - и пылевых частиц. В настоящее время факт вредного влияния атмосферной пыли на здоровье человека является доказанным. Максимальный риск обусловлен воздействием взвешенных веществ с размерами частиц менее 10 мкм (PM_{10}) и 2,5 мкм ($\text{PM}_{2,5}$).

В атмосфере происходит увеличение вредных элементов, парниковых газов, среди которых основным является CO_2 , содержание

которого составляет от 50 до 65 %. Основными источниками выброса углекислого газа в атмосферу являются производство, транспортировка, переработка и потребление ископаемого топлива, сведение тропических лесов, сжигание биомассы и другие причины. К другим парниковым газам относятся метан (около 20 %), оксиды азота (около 5 %), озон, фреон, и другие газы (10-25 %) вызывающие парниковый эффект. Всего существует около 30 парниковых газов¹, действие которых определяется не только их количеством, но и качеством. Так, если воздействия на атмосферу CO₂ принять за 1, то для метана она будет равна 24, оксидов азота – 185, а для фреона – 11 000.

Основным техногенным источником поступления CO₂ в атмосферу является сжигание органического топлива (угля, нефти, мазута, метана и др.) Так, только от теплоэнергетики поступление CO₂ в атмосферу составляет около 1 т углерода на человека в год. По прогнозам в первой половине XXI века выброс достигнет 20 млрд т. Это привело к увеличению среднегодовой температуры на Земле за последнее столетие на 0,3-0,6 °С. По прогнозам во второй половине XXI века повышение среднегодовой температуры на Земле составит 1-3,5 °С.

Глобальное потепление может привести к повышению уровня Мирового океана и к величайшим катастрофам в биосфере. Возможно повышение уровня океана на 1,5-2 м приведёт к затоплению около 5 млн км² плодородных и густонаселённых земель, изменению климата, увеличению неустойчивой погоды, переселению народов в глубь материков и к обострению продовольственной проблемы. Кроме того, затопление приведёт к подтаиванию вечномёрзлых почв (в России их около 2 млн км²), высвобождению из них огромного количества метана и в

¹ Список парниковых газов, подлежащих ограничению в рамках Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (1992 г.) определен в Приложении А к Киотскому протоколу (подписан в г. Киото, Япония в декабре 1997 г. 159 государствами).

итоге к усилению парникового эффекта и увеличению многих видов заболеваний.

Изменение климата влияет на качество воздуха посредством нескольких механизмов, в том числе изменений в фотохимических скоростях реакций, биогенных выбросов, осаждения и атмосферной циркуляции. Заболевания, вызванные загрязнением воздуха, связанным с деятельностью человека, уносят более 2,1 млн жизней ежегодно. С начала промышленной революции существенно возросли концентрации озона и тонкодисперсных частиц. Озон и мелкодисперсные частицы оказывают значительное воздействие на здоровье человека, в том числе вызывают преждевременную смертность. Мелкодисперсные частицы (диаметром менее 2,5 мкм -PM2.5) глубоко проникают в легкие и могут вызвать заболевания дыхательных путей, а также спровоцировать онкологические заболевания. По всему миру ежегодно 470 000 преждевременно уходят из жизни из-за антропогенного увеличения количества озона. Такие выводы содержатся в докладе американских исследователей, опубликованном журналом *Environmental Research Letters*. Смертность, связанная с озоном, широко распространена во всем мире, так как концентрация озона в результате деятельности человека существенно возросла во всем мире, но больше она в густонаселенных и сильно загрязненных районах Индии и Восточной Азии, на долю которых приходится 68 % от общемирового объема.

К середине столетия грязный воздух станет одной из главных причин смертности населения Земли, увеличив количество жертв до 6 млн человек в год. По данным Национальной академии наук КНР, из-за высокой концентрации промышленных производств и многолетнего бесплатного распространения угля средняя продолжительность жизни людей в северных регионах Китая уже сегодня сократилась на 5,5 года. По подсчетам Минприроды, доля россиян, живущих в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха, составляет 53 % всего

городского населения страны (более 55 млн человек) («Известия», № 128 от 16.07.2013).

Так, при сгорании каменного угля выделяется в 5-10 раз больше оксидов NO_x чем при сжигании других видов топлива (Таблица 5), например, почти в 6 раз больше, чем при использовании бурого угля. Поэтому, необходимо снижение уровня органической энергетики и увеличение энергобезопасной, безотходной, экологически чистой атомной энергетики самых различных видов. Загрязнения (выбросы) в разных странах приведены в таблицах (табл. 6).

Таблица 5.Среднегодовое выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников	Беларусь	Казахстан	Кыргызстан	Россия	Таджикистан
Всего тыс. тонн	433	2 384	37	19 630	41
В том числе: твердых	37	594	18	2 249	13
жидких и газообразных из них:	396	1790	19	17 381	28
сернистого ангидрида	64	770	4	4 341	1,5
оксидов азота	53	249	3	1 938	0,6
оксида углерода	79	446	5	6 002	22
на душу населения, кг	46	142	7	134	5
на 1 км ² территории, кг	2 087	875	183	1 150	287
Уловлено и обезврежено загрязняющих веществ, в % к общему объему их выбросов в атмосферу от стационарных источников	86	93	88	74	54

Загрязнение атмосферы в России примерно в 10-15 раз меньше, чем во всем Море. Однако, наиболее опасное загрязнение атмосферы – радиоактивное. В настоящее время оно обусловлено в основном глобально распределенными долгоживущими радиоактивными изотопами – продуктами испытания ядерного оружия, проводившихся в атмосфере и под землей.

Особое место занимают выбросы радиоактивных веществ из четвертого блока Чернобыльской АЭС в апреле – мае 1986 г. Если при взрыве атомной бомбы над Хиросимой (Япония) в атмосферу было выброшено 740 г радионуклидов, то в результате аварии на Чернобыльской АЭС в 1986 г., суммарный выброс радиоактивных веществ в атмосферу составил 77 кг.

При сжигании различных видов топлива, при выбросах с предприятий, автомобильным транспортом в атмосферу поступает значительное количество оксидов серы (около 70 %) и азота, которые соединяясь с атмосферной влагой, образуют серную и азотные кислоты. Они выпадают в виде кислотных дождей с pH <5,0 и даже с pH 2,2-2,3 (Таблица 6).

Таблица 6. Выбросы в атмосферу при сжигании топлива, г/кВт·ч

Загрязнители	Виды топлива			
	Каменный уголь	Бурый уголь	Мазут	Природный газ
SO ₂	6	7,7	7,4	0,002
Твердые частицы	1,4	2,4	0,7	0
NO _x	21	3,45	2,45	1,9

Общее количество выбросов SO₂ и NO₂ в мире ежегодно составляет более 250 млн т. Кислотные дожди типичны для стран Скандинавии, Англии, Польши, Канады, США и др. В России очаги образования кислотных дождей приходятся на Кольский полуостров,

Норильск, Челябинск, Краснодар, Нижний Тагил и другие районы кислотных дождей колеблется от 4,9 до 3,3.

Поступая в почву, кислотные дожди вымывают катионы, снижают активность почвенных организмов, увеличивают растворимость минералов, проникают в грунтовые воды, которые в итоге попадают в водопроводную сеть и ухудшают качества питьевой воды.

Воздействуя на леса, кислотные дожди способствуют выщелачиванию из растений биогенов (особенно кальция, магния и калия), сахаров, белков, аминокислот, повреждают защитные ткани, это приводит их к массовой гибели. Особенно кислотные дожди увеличивают подвижность ионов алюминия и тяжелых металлов, оказывающих губительное действие на листья и корни деревьев, разрушая хлорофилл.

В последние годы наблюдается сокращение озонового слоя в атмосфере на 2-10 %. Особенно уменьшился озоновый слой на 40-50 % над Антарктидой с образованием так называем «озонной дыры». В меньшей степени озоновый слой уменьшился над Арктикой.

Истощение озонового слоя является крайне опасным: ухудшается здоровье человека, увеличивается число заболеваний раком кожи и катарактой глаз, усиливается парниковый эффект, сжигается урожайность, усиливается деградация почв.

Основным техногенным фактором, разрушающий озон, является фреоны (хладоны), сохраняющиеся в атмосфере в течение 70-100 лет. Другими разрушительными факторами озона является уничтожение лесов – основного поставщика кислорода в атмосферу, ядерные взрывы в атмосферу, лесные и торфяные пожары, увеличивающие поступление оксидов углерода, серы и азота, запуски космических ракет, а также самолеты.

Всего запасы озона составляют около 3 млрд т. Но только один запуск «шатла» приводит к потере 10 млн т озона, т. е. 300 запусков полностью уничтожат озон на планете.

Поэтому необходимо переходить на озоноберегающие технологии производства хладагентов, создание новых двигателей: на ионах, фотонах, электромагнитных, мультиэлектронных, адипных и др.

Население Земли гибнет от грязного воздуха: 7 млн человек по данным Всемирной организации здравоохранения в 2012 г скончались по этой причине. Сердечнососудистые заболевания, инсульты, ишемическая болезнь сердца, рак лёгких и пневмонии – вот перечень болезней, к которым приводит грязный воздух. Очаги с открытым огнем, загрязняющие воздух, становятся в первую очередь прямой угрозой здоровью детей и женщин. Именно они большую часть времени проводят в помещениях. Число людей, живущих в домах с использованием для обогрева угля, навоза, дерева составляет 2,9 млрд человек. Впрочем, выхлопные газы и промышленные выбросы также ухудшают состояние атмосферы. Ввиду отравленного воздуха в помещениях, по данным ВОЗ за 2012 г, погибло 3,3 млн человек и 2,6 млн смертей связаны с загрязнением внешней среды. В числе самых неблагополучных стран лидируют Индия и Китай. Смог на улицах столицы Китая стал обычным явлением. В январе 2014 г концентрации вредных веществ в воздухе над Пекином была выше нормы в 25 раз.

Пресная вода в биосфере составляет всего лишь 2 %, из которых 99 % приходится на лёд. В реках и озёрах содержится около 90 тыс км³ пресной воды, а её потребление человечеством составляет 4 тыс км³ в год, причем 70 % ее потребляет сельское хозяйство и 30 % - промышленность и коммунальное хозяйство. Истощение

качественной пресной воды наступит через несколько десятков лет [20].

Пресная вода постоянно загрязняется – общая масса загрязнителей составляет более 15 млрд т. в год. Наиболее опасные загрязнители - это металлы, фенолы, пестициды, поверхностно-активные вещества (ПАВ), нефтепродукты, сажа, твердые бытовые отходы (ТБО), радиоактивные отходы (РАО), пыль, эрозия почв и множество других факторов, загрязняющих водоёмы с пресной водой. Фактически вода, поступающая в живые помещения, содержит все химические элементы Периодической системы Д. И. Менделеева, включая биологически активные вещества. Загрязнение воды вызывает увеличение заболеваний и мутацию человечества.

Поэтому очистка воды (электромагнитная, озонирование, хлорирование, фторирование, фильтрация, кипячение, применение резонансных методов, сорбирование и др.) крайне необходима.

В водных источниках кислотные дожди повышают кислотность и жёсткость воды, сильно подавляют деятельность ферментов, гормонов и других биохимически активных веществ, подавляя развитие организмов и уничтожая обитателей водоёмов.

В целом, кислотные дожди оказывают губительное действие на природу, поэтому крайне необходимо очищать дымовые газы на предприятиях и выхлопные газы в автотранспорте от оксидов серы и азота.

Основным следствием хозяйственной деятельности человека служит нарушение им естественных экосистем на суше. На нарушенных территориях не успевает восстанавливаться устойчивое состояние, идёт непрерывный распад органических вещества, нарушен нормальный сбалансированный оборот биогенных веществ, что вынуждает затрачивать дополнительную энергию для его поддержания и для очистки окружающей среды (Таблица 7, 8) [5].

На Земле осталось (за вычетом ледников и скал) около 50 млн км² ненарушенных территорий. В наибольшей степени экосистемы нарушены в Европе, Северной Америке и частично в Азии. Во многих странах этих регионов сельскохозяйственные угодья, населенные пункты и хозяйственная инфраструктура занимают от 40 до 80 % их территории. Это относится к США, Великобритании, Японии и другим странам.

Таблица 7. Площади с нарушенными экосистемами

Континент	Общая площадь, млн км ² (примерно)	Территория, %		
		Ненарушенная	частично нарушенная	нарушенная
Европа	9	15	20	65
Азия	53	43	27	30
Африка	34	50	35	15
Северная Америка	26	56	18	25
Южная Америка	20	62,5	22,5	15
Австралия	8,5	62	26	12
ИТОГО	162			

Таблица 8. Структура земель и наличие особо охраняемых территории в 2012 году на территории СНГ

Структура земель	Беларусь	Казахстан	Кыргызстан	Россия	Таджикистан
Территория, тыс. км ²	207,6	2 724,9	199,9	17 098,2	143,1
в том числе (в % к итогу):					
Земли с/х назначения	43,0	34,4	28,6	22,8	50,3
земли лесного фонда	41,0	8,7	13,4	65,6	26,7
земли водного фонда	6,0	1,5	3,8	1,6	0,3
прочие земли	10,0	55,4	54,2	10,0	22,7
<i>Экологически особо охраняемые природные территории – ООПТ (природные и национальные парки, заповедники, заказники, заповедно-охотничьи хозяйства и др.)</i>					
количество, единиц	6	26	19	144	20
площадь, тыс. га	692	5805	896	43300	2963

Однако, далеко не все серьезные изменения, произошедшие в природной среде за время существования планеты, -дело рук человека. Никто сегодня не будет спорить с тем, что воздействие человека на природу происходит на фоне естественных изменений, в частности «фоновых» перестроек ландшафтов, масштабы которых порой бывают очень значительны.

Так за последние десятки тысячелетий одним из главных факторов подобных «фоновых» перестроек ландшафтов был климат: существование гигантских ледников на пространствах Северной Америки влекло за собой серьезные климатические изменения практически по всей Земле. Исследователи также отмечают наличие определенных циклов для этих самых перестроек.

Например, для Европы более того, для всего северного полушария отмечено общее потепление и увлажнение климата, начавшееся примерно 11-12 тысячелетий назад, после таяния ледникового покрова (с волной общего похолодания – около 9 тысячелетий назад). Так продолжалось до времени атлантического потепления между VIII-V тысячелетием тому назад, когда широко распространилась теплолюбивая растительность. В последующий период из-за общего похолодания ландшафтные зоны сместились к югу. Наконец, около 2,5 тыс. лет назад началось некоторое потепление климата. Выделяется нередко и так называемый малый ледниковый период – волна общего похолодания, прокатившаяся сравнительно недавно, несколько столетий назад.

1.2 Техносферная ситуация на Земле

За последнее время увеличивается количество природных катастроф, что обусловлено техногенным воздействием на планету земля и глобальным потеплением на ней климатом так за последние 30 лет число катастроф с высоким экономическим ущербом возросло в

4,1 раза с пострадавшими 2,1-3,5 раза, преждевременная смертность в 3-5 %, материальный ущерб составил около 1 % ВВП. Ликвидация последствий природных катастроф обходится Америке около 50 млрд год. Китай от наводнений в 1991-1998 г. потерял от 20 до 30 млрд долл. В России наводнения в 2002 и 2012г на северном Кавказе принесли ущерб в миллиарды рублей и унесли сотни человеческих жизней.

Наибольший урон в Море приносят наводнения, землетрясения, ураганы, засухи, голод. Так, голод унёс 42 % людей погибших во всех бедствиях.

Между природными катастрофами существует взаимосвязь, когда одна катастрофа вызывает другие природные и техногенные катастрофы: прорыв плотин, пожары, взрывы, химические загрязнения и д. р. Возрастание числа катастроф, бедствий чрезвычайных ситуаций, обусловлено тем, что развитие нашей цивилизации достигло стадии неустойчивого развития [18].

Радиационные загрязнение природной среды при крупных ядерных авариях, ядерных взрывах приводят к значительному насыщению окружающей среды радионуклидами, которые рассеиваются и выпадают практически по всей планете (табл. 9).

Таблица 9. Характеристики выбросов радионуклидов при крупных ядерных авариях

Районы и время аварии	Выброс, Бк				Территория, км ²	
	¹³¹ I	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	суммарный	Выведенная из хозяйственного использования	Действие выбросов
Южный Урал (СССР) 1957 г.	-	$2,0 \cdot 10^{15}$	$2,7 \cdot 10^{18}$	$7,4 \cdot 10^6$	1 000	15 000
Уиндскейл (Великобритания), 1957 г.	$7,4 \cdot 10^{14}$	$7,4 \cdot 10^{10}$	$2,2 \cdot 10^{14}$	1015	-	500

АЭС «Три-Майл-Айленд» (США), 1979 г.	$7,4 \cdot 10^{11}$	-	-	-	-	-
Чернобыльская АЭС (СССР) 1986 г.	$(3,7-6,3) \cdot 10^{17}$	$8,1 \cdot 10^{15}$	$7,4 \cdot 10^{16}$	$3,7 \cdot 10^1$ ₅	3 000	20 000

Наибольшее загрязнение природной среды оказала ядерная авария на Чернобыльской АЭС в 1986 г., при которой охват действия выбросов составил более 20 тыс. км². В 2011 г в Японии на АЭС «Фукусима – 1» произошла авария, по последствиям сравнимая с Чернобыльской АЭС, если бы не предпринятые меры по предотвращению ЧС.

Существуют следующие виды техногенного загрязнения Космоса человеком:

- 1) выброс химических веществ вследствие работы двигателей ракет;
- 2) создание энергетических возмущений в результате полёта ракет;
- 3) загрязнение твердыми фрагментами, космическим мусором;
- 4) электромагнитное излучение радиопередающих систем;
- 5) радиоактивное и жесткое излучение от ядерных энергетических установок;
- 6) попадание загрязнителей из приземной атмосферы [5].

Использование околоземного космического пространства (ОКП) привело к его загрязнению огромным количеством мусора – более 3 тыс. т, который находится на высоте более 400 км. По определению «Словаря космических терминов» Роскосмоса, космический мусор – это вышедшие из строя космические аппараты, отработавшие ракетные и прочие устройства, их обломки и другие предметы разного размера и различного происхождения, находящиеся в околоземном космическом пространстве. Каждый очередной запуск КА сопряжен с

образованием нового КМ, наличие которого может привести к чрезвычайным ситуациям как в космосе, так и на поверхности Земли. По данным Космического командования США на конец 2008 года было каталогизировано около 12 500 космических объектов размером более 10 см, из них примерно 1 000 функционирующих космических аппаратов. До 40 % космических объектов составляют космические аппараты, прекратившие активное функционирование, а также использованные разгонные блоки и последние ступени ракет-носителей. Около 54 % занесенных в каталог космических объектов составляют их фрагменты, образовавшиеся в результате или взаимных столкновений космических объектов. Более 300 000 фрагментов КМ имеют размер от 1 до 10 см. В основном космический мусор собирается на высотах 850-1 500 км, также его много на высотах полета космических кораблей (250-350 км) и МКС (около 350 км). По оценкам, более 3 тыс. т., космического мусора находится на высоте более 400 км от поверхности Земли. На середину 2010 года число частиц космического мусора размером до 10 см оценивалось в 200 тысяч, а до 1 см - в десятки миллионов штук. По прогнозам за столетие количество твёрдых частиц >1 см. возрастёт более чем в 2 раза, что представляет реальную опасность для космических полётов. Космический мусор представляет реальный риск для длительного надежного использования космических средств, а также для людей и собственности на Земле и в космосе. Решение проблем космического мусора непосредственно связано не только с развитием космической техники и космических технологий, но одновременно затрагивает сферы социально-экономического развития государств и обеспечения их национальной безопасности. В 2008 году Президент Российской Федерации утвердил «Основы политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», где одним из приоритетных направлений

деятельности являются работы по обеспечению экологической безопасности космической деятельности в части внедрения технологий и конструкций, минимизирующих образование космического мусора при запусках и эксплуатации космических кораблей и станций.

Кроме того, в результате пролёта одной ракеты «Протон» в Космос поступает около 100 т воды и более 90 т диоксида углерода и других химических соединений, которые активно реагируют с ионами кислорода ионосферы с образованием «ионосферных дыр».

1.3 Экологическая ситуация в России

Экологическая уникальность нашей страны заключается в том, что Россия занимает 3,3 % общей площади земного шара, 12 % суши, население России составляет 143 млн человек, плотность населения в России – 8 чел./км², а в Море – 55 чел./км². При этом плотность населения (чел./км²) составляет в отдельных регионах:

- Уральском регионе – 11 чел./км²;
- Сибири и Дальнем востоке – 3 чел./км²;
- на Севере – менее 1 чел./км².

В соседних странах плотность населения намного выше: в Китае – 120 чел./км², Белоруссии – 80 чел./км², Финляндии – 16 чел./км² [18].

Россия располагает большим фондом сельскохозяйственных земель: на одного человека приходится около 11 га, а на Земле в среднем - 3 га. При этом 60 % территории России приходится на районы с холодным климатом и вечной мерзлотой. Около 60 % земель незатронутых хозяйственной деятельностью. В Европейской части потребляются до 40% ресурсов, в Уральском регионе 20 %, в Сибири и Дальнем Востоке -10 %.

Естественные экосистемы России – леса, болота, нераспаханные почвы – практически полностью нейтрализуют выбросы техногенных соединений углерода. Так, леса поглощают до 600 млн т.

Россия занимает первое место в Море по запасам торфа. Болота, сосредоточенные в России и изымающие 50 млн т органического углерода из планетарного кругооборота, составляют 109 млн га, что снижает проявление парникового эффекта.

Почти 77 % территории России занимает почвенный покров, являющийся важнейшей частью экономического потенциала страны. Почвы выполняют различные функции: служат хранилищем диоксида углерода, оксидов азота, метана и других газов; являются фильтрами газов, поступающих из глубин Земли; микроорганизмы в почвах регулируют газообмен между земными недрами и атмосферой.

Россия является мировым донором кислорода: её таёжные леса производят в результате фотосинтеза на 5,3 млрд т больше кислорода, чем его потребляется на хозяйственные нужды. В других странах потребляют кислорода больше чем производят: в США на 1,26 млрд т, Японии - 1,05 млрд т.

На всей территории России выпадает снег, который очищает воздух от техногенных аэрозолей и пыли.

Реки России длиной более 10 км – их более 120 тыс., способствуют сохранению благоприятных экологических качеств окружающей среды.

Россия является крупным хранителем генетического фонда Земли. В нашей стране находятся популяции многих животных; только в нашей стране произрастает более 200 видов растений; озеро Байкал является уникальным с его флорой и фауной.

В России торфяные месторождения занимают площадь 64,7 млн га., площадь болот – 154,2 млн га, кустарников – 26,8 млн га, пашня 123 млн га. Эти растительные экосистемы оказывают существенное

влияние на состояние биосферы, а торфяные и лесные пожары истощает её экологический потенциал [10].

Торфяники и торфяные залежи занимают в России около 2 млн км² или около 12 % территории. На Западно-Сибирской равнине торфяники занимают около 1 млн км², мощность торфяной залежи достигает 4-6 м, а местами – более 10 м. Это самый заболоченный район в мире, в котором запасы торфа превышает 100 млрд т.

По запасам торфа Россия занимает первое место в Мире – около 158,3 млрд т (47 % от мировых). Наибольшие запасы торфа находятся в северо-западных районах России, в северной части Урала и в центральных районах Западно-Сибирской равнины; южнее этой зоны запас торфа снижается и далее к югу отсутствует.

В России учтено и частично разведано 65 868 торфяных месторождений с общей площадью 80,5 млн га. Потенциальные запасы торфяного сырья в стране составляют 68,3 млрд т, они уступают лишь запасам угля – 97 млрд т, но превышают запасы нефти 31 млрд т, газа – 22 млрд т.

Главное – от большинства стран Россия отличается экологической самостоятельностью, т. е. природный потенциал способен компенсировать техногенные нарушения экологических условий собственными ресурсами. Следовательно, Россия может быть в целом экологически благополучной страной [5].

Россия является одним из крупнейших в мире топливно-энергетических комплексов (ТЭК). На её территории сосредоточено 45 % мировых запасов природного газа, 12 % нефти, 23 % угля – 14 % урана. ТЭК в современной экономике составляет около 30%, в экспорте 50 %, а доля налоговых отчислений в бюджет – более 40 %. Суммарная мощность 440 электростанций России составляет 197 млн кВт, а общая установленная мощность 214,3 млн кВт.

В России накопилось около 90 млрд тонн отходов, количество которых ежегодно пополняется на 3,5 млрд тонн, а на переработку из них идет лишь четверть. Общая площадь свалок превышает 2,5 тыс. км². При этом растет количество нелегальных свалок.

Твердых бытовых отходов (ТБО) в России образуется ежегодно около 35 млн тонн с площадью оборудованных полигонами около 3 млн га и несанкционированными свалками – более 9 млн га.

Сейчас вклад России в мировую эмиссию (испускание выбросов) составляет порядка 7 % после США (20 %), Китая (12 %), Европы (24 %). В то же время Россия единственная среди сопредельных государств, где техногенная эмиссия CO₂ компенсируется его поглощением естественными экосистемами (другой такой страной является Канада).

За последние годы в России отмечается снижение выбросов диоксида серы (на 40 %), доля которых составляет примерно 10 % выбросов в развитых странах. Эмиссия SO₂ при дальних переносах направлена на Восток и поглощается пространствами Сибири, в то время как дальний перенос из Европы направлен в основном на Россию.

Следует подчеркнуть, что выпадения загрязняющих веществ от других стран на территории России значительны. Согласно данным программы ЕМЕП, в течение 7 лет и вплоть до 1999 г. на Европейской территории России (ЕТР) ежегодно выпадало от 2,1 до 2,8 млн т оксидов серы и азота (в виде соответствующих кислот). При этом доля от российских загрязнителей составляла 40%. Следовательно, в подкислении природной среды нашей страны играют ведущую роль зарубежные источники, в том числе Украина, Германия, Польша, Чехословакия и др. Плотность выпадений окисленной серы составляет 1-3т/км². Из-за этого в ряде крупных промышленных районов кислотность остатков (рН) доходила до значений 3,1-3,2. Выпадения

свинца и кадмия от зарубежных источников составляет примерно 30 % суммарного загрязнения ЕТР, а в западных районах они ещё больше. Так, по данным МСЦ-Восток (Москва), выпадения свинца на ЕТР достигло в отдельные годы: от Украины около 1 100 т, Польше и Белоруссии – 180-190 т, Германии – более 130 т. Всё это приводит к снижению состояния лесов (особенно хвойных) и озёрных экосистем северо-западного региона России.

Значительна эмиссия и такого вредного для человека газа, как СО (угарный газ). Его основной источник – автомобильный транспорт, а также промышленность. В России эмиссия СО составляет 12 % мировой эмиссии. Такой большой вклад объясняется, прежде всего, отсутствием необходимого количества катализаторов для выхлопных газов автотранспорта.

1.4 Техносферная ситуация в России

В России функционирует почти 3,5 тыс. химически опасных объектов, более 1,5 тыс. ядерно- и радиационноопасных объектов, более 30 тыс. гидротехнических сооружений, многие из них бесхозные.

Физическое старение и износ основных средств производства в большинстве отраслей промышленности России и сфере жизнеобеспечения достигло 70 %, при этом из-за экономических причин задерживается вывод из эксплуатации опасных объектов с устранением и изношенным оборудованием. В то же время специалисты подчёркивают, что доля ЧС, вызванная сверхнормативным износом основного оборудования, будет преобладать в суммарной составляющей всех ЧС.

В 2006 г. максимальные концентрации вредных веществ в атмосфере воздуха превышали 10 ПДК в 26 городах России. Наиболее опасные загрязнители атмосферы – радиоактивные изотопы, являющиеся продуктами испытаний ядерного оружия в атмосфере и

под землёй, выбросы радиоактивных веществ с действующих АЭС, при их нормальной эксплуатации, а также выбросы из четвёртого блока Чернобыльской АЭС в апреле-мае 1986 г., которые составили 77 кг [1].

Наибольшую опасность в России представляют наводнения (подвержено 746 городов), оползни и обвалы (725), землетрясения (103), смерчи (500). Величина ежегодных ущербов от перечисленных процессов измеряется от нескольких миллионов (смерчи, сели, цунами) до нескольких миллиардов долларов США (наводнения, оползни, обвалы, землетрясения). Основные экономические потери приносят наводнения (около 30 %), оползни, обвали и лавины (21 %), ураганы и смерчи (14 %). Суммарный экономический ущерб составил 500-570 млрд рублей. Ориентировочные оценки риска смерти при воздействии на человека катастроф в природной среде обитания показывают, что общий риск всех воздействий природной среды составляет $1 \cdot 10^{-5}$ на человека в год.

Системный социально экономический кризис, который разразился в России в 90-х гг., вызвал рост числа ЧС, особенно техногенного характера; среди них в последнем десятилетии XX в. доминировали:

- транспортные аварии – 25-32 %;
- пожары и взрывы техногенного оборудования – 8-39 %;
- пожары и обрушения жилых и административных зданий – 21-39 %;
- аварии с выбросом токсичных веществ – 8-12 %
- аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения – 7-15 %;
- аварии на трубопроводах – 4-8 %.

Очевидно, что ни о каком экологически устойчивом развитии России не может быть и речи, если не будет обеспечена защита

населения и территории России от ЧС различного происхождения. На этот вывод натапливают показатели, характеризующие потенциальную опасность (от природных и техногенных факторов) регионов России [5] (табл. 10 - 11).

Таблица 10. Количество потенциально опасных объектов по регионам России

Регион	Радиационно-опасные объекты*	Химическиопасные объекты	Взрывопожарноопасные объекты
Северо-Западный	13	350	2350
Центральный	35	800	990
Северо-Кавказский	6	700	1400

Продолжение таблицы 10

Приволжский	11	500	500
Уральский	19	350	800
Западно-Сибирский	4	284	400
Восточно-Сибирский	5	100	186
Забайкальский	9	76	200
Дальневосточный	7	320	270
<i>Всего по РФ</i>	115	3480	7096
Примечание - *приведены только крупные предприятия – АЭС, объекты ядерного оружейного комплекса и др.			

Таблица 11. Численность населения, проживающего в зонах возможного действия поражающих факторов ЧС, тыс. чел.

Регион	Радиационная опасность	Химическая опасность	Пожары и взрывы	Затопления и наводнения	Сейсмическая опасность	Общая численность
Северо-Западный	600	6 770	660	780	–	8 515
Центральный	910	16 790	1 468	2 067	–	21330
Северо-Кавказский	–	7715	539	1 524	7500	9870
Приволжский	400	10 180	805	2 095	–	14 180
Уральский	550	4 850	355	545	–	6300
Западно-Сибирский	180	3 845	366	623	160	5 579
Восточно-Сибирский	260	230	260	565	265	2370
Забайкальский	–	915	83	456	837	2 284
Дальневосточный	17	1323	417	1274	1 229	4 245
<i>Всего по РФ</i>	6397	52618	4953	9329	9991	74988

1.5 Экологическая ситуация в Уральском регионе

Уральский регион занимает центральное положение в России, находясь на стыке между европейской и азиатской частями. В Уральский регион входят четыре области (Свердловская, Челябинская, Тюменская и Курганская) и два автономных округа (Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий) с населением более 13 млн человек и площадью 1 788 км² (около 10 % территории России). В административном центре – г. Екатеринбурге проживает 1,4 млн чел. При этом около 80 % населения проживает в городах и поселках городского типа [3].

Природные условия отличаются большим разнообразием: уральские горы делят территорию на две крупные равнины – Русскую и Западно-Сибирскую, а в двух округах тоже преобладают равнины.

Климат континентальный: средняя температура января – от -14 до -25 °С, редкие морозы достигают -40...-50 °С.

Уральский регион имеет развитую сеть больших и малых рек. Озёр и огромные площади торфяников с запасами торфа и 10,9 млрд т в т. ч. в Свердловской области имеется 1853 торфяных месторождений с общими запасами торфа около 8 млрд т. По запасам торфа Свердловская область занимает одно из ведущих мест в России. Прогнозируемые запасы торфа 1,6 млрд т. Запасы торфа Среднего Урала позволяют обеспечить до 1 тыс МВт энергетических мощностей. Качество торфа в Уральском регионе высокое.

Экономика Уральского региона представляет собой мощный индустриальный комплекс страны с ведущей ролью горнодобывающей и перерабатывающей промышленности, черной и цветной металлургии. Высокая концентрация металлургического производства имеет крайне отрицательные последствия: резкое ухудшение

экологической ситуации, проблемы водоснабжения, расселения населения, транспорта, электроэнергии и др.

Высокая степень освоенности и плотность населения Уральского региона обуславливает значительную техногенную нагрузку на окружающую среду. Особенно сильное негативное влияние оказывают предприятия черной и цветной металлургии, горнодобывающей, химической, нефтехимической и энергетической промышленности.

В целом Уральский регион относится к зонам экологического бедствия. Так, города Екатеринбург, Нижний Тагил, Каменск-Уральский, Курган, Магнитогорск и Карабаш занесены в «черную» экологическую книгу.

Ежегодно в атмосферу Уральского региона только горными и металлургическими предприятиями выбрасывается сотни тысяч тонн вредных веществ. Так за последние 10 лет содержание диоксида углерода в воздухе повысилось на 10-12 %, диоксида азота – на 18-20 %, сероводорода- на 5-10 %.

Кризисное состояние экологической обстановки отмечается в промышленных центрах региона. Так, в Нижнем Тагиле в воздухе содержание диоксида углерода, диоксида азота, формальдегида, этилбензола, ксилола превышает ПДК в 4-10 раз. Отмечается высокое содержание диоксинов в окружающей среде и в продуктах питания.

В регионе скопилось свыше 8 млрд т. отходов горного и металлургического производств и продолжает увеличиваться на 0,8 млрд т в год (рис. 5). Тысячи гектаров земли изымаются под горные работы. Часть территории Южного Урала подверглась радиоактивному загрязнению.

Актуальной экологической проблемой является организация отвода, сброса, очистки и обезвреживания сточных вод промышленных предприятий и других объектов. Так, река Обь от истока до устья подвержена сильному техногенному воздействию –

55 % загрязняющих веществ сбрасывают в бассейн Иртыша. Средняя годовая концентрация нефтепродуктов в реке Обь составляет 12-19 ПДК, фенолов- 15-19 ПДК, соединений меди- до 25 ПДК, железа-7-10 ПДК.



Рисунок 5. Шлаковые отвалы ОАО «НТМК»

В реке Иртыш среднегодовые концентрации нефтепродуктов составляют 35-38 ПДК, фенолов- 9-14 ПДК, содержания меди – 12-17 ПДК, железа – 35-39 ПДК, цинка – 6-7 ПДК. Такое же положение с экологией в реке Тобол.

Высокий уровень загрязнения воды соединениями меди, марганца, нефтепродуктов отмечен у городов Екатеринбурга и Каменск-Уральского. В реке Чусовая концентрация меди достигает 100 ПДК, марганца – до 30, хрома – 30, цинка – 10-12 ПДК. В реке Тагил концентрация аммиака составляет 30-40 ПДК.

Такое положение обусловлено катастрофической бесхозяйственной деятельностью с многочисленными аварийными ситуациями. Так, при производстве оружейного плутония отходы сбрасывались в реку Теча и озеро Карачай. Пойма рек Теча и Исеть до сих пор загрязнены радионуклидами, а в озере Карачай в карстовых донных известняках скопились отходы с высокой радиоактивностью.

При разработке месторождений твердых ископаемых основной вред окружающей среде наносят откачиваемые кислые шахтные воды

сульфатного и хлоридно-сульфатного состава. Так, в городе Нижний Тагил при добыче медно-колчеданной руды в откачиваемых водах концентрация фенола составляет 4-6 ПДК, нефтепродуктов- 3-4 ПДК, кадмия – 8 ПДК, никеля – 10-12 ПДК. Эти воды без очистки сбрасывают в реку Тагил, которая является одним из источников питьевой воды.

Значительное загрязнение почв тяжелыми металлами происходит на территориях, примыкающих к индустриальным центрам. Так, в ряде городов содержание тяжелых металлов в 5 и более раз превышает ПДК, как показано на рисунках 6, 7.

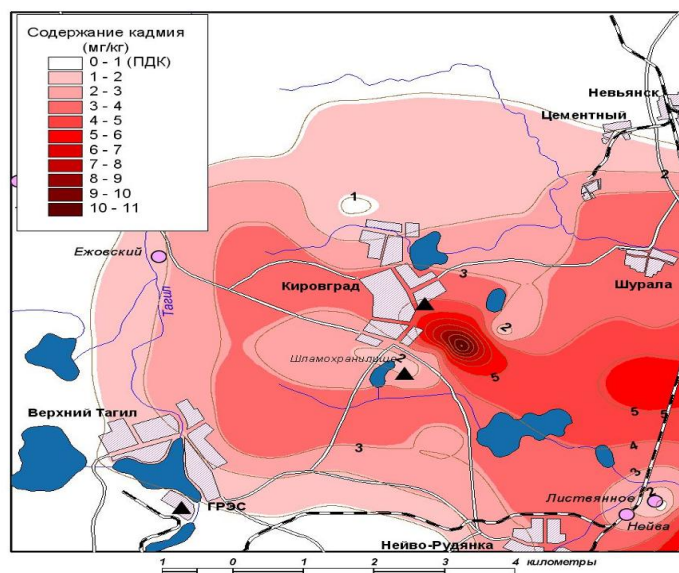


Рисунок 6. Содержание кадмия в почве Кировградского промузла
Среднего Урала

Нерентабельные нефтяные и газовые скважины закрывают без рекультивации земли, что представляет экологическую опасность.

На территории Тюменской области эксплуатируются около 100 000 км трубопроводов, из которых 30 % имеют 30-летний срок службы. Здесь каждая десятая тонна добытой нефти выливается в землю. На пути природного газа из Уренгоя в Европу в трубопроводе теряется до 12 % продуктов.

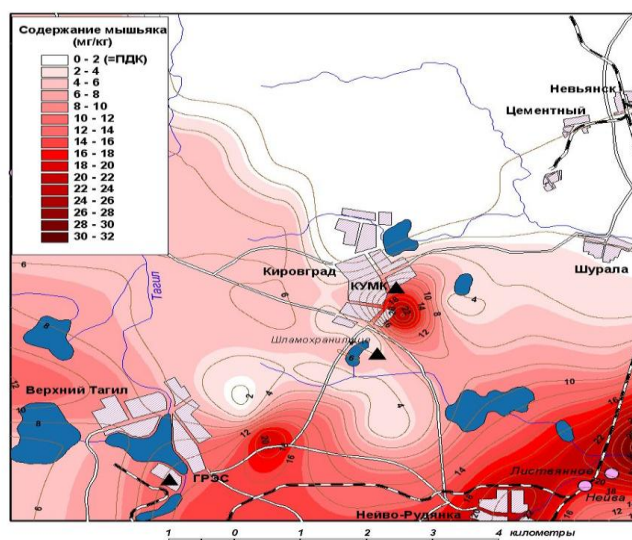


Рисунок 7. Содержание мышьяка в почве Кировградского промузла
Среднего Урала

Таким образом, Уральский регион представляет собой мощный индустриальный комплекс, занимаемый второе место в России после Центрального региона, но имеющий высокую степень загрязнения окружающей среды.

1.6 Техносферная ситуация в Уральском регионе

Учитывая высокую степень индустриализации на территории Уральского региона происходит большое количество чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера – больше, чем природного характера. Только за 10 лет (1988-2008 гг.) в регионе произошло более 900 ЧС различного характера. Так, в 2008 году в регионе произошло 108 техногенных ЧС и 7 природных ЧС.

Опасность техносферы для окружающей среды определяется тем, что в промышленности, энергетике, коммунальном хозяйстве используется большое число радиационно-, химических, пожаро- и взрывоопасных производств – около 1200 потенциально опасных предприятий.

Потенциальные источники ЧС, оказывающих существенное влияние на экологию окружающей среды в Уральском регионе, следующие:

- наибольшую потенциальную опасность для населения и окружающей среды представлены химически опасные объекты;

- на территории железнодорожным транспортом перевозится более 30 химически опасных веществ;

- металлургические предприятия резко загрязняют окружающую среду при работе и авариях;

- радиационное загрязнение окружающей среды может возникнуть в случае аварий на Белоярском АЭС, расположенной в 40 км от г. Екатеринбурга, на двух объектах ядерно-топливных комплексов (г. Новоуральск, Лесной) и трех предприятиях Минатома, ядерного центра ВНИИТФ (г. Снежинск) и спецкомбината «Радон» (г. Челябинск).

- взрыво- и пожароопасность исходит практически от всех объектов. Используемых в производстве или хранящиеся взрывчатые вещества, горюче – смазочные материалы, нефтебазы, места добычи нефти, на которых возможны пожары высшей категории опасности;

- гидродинамическая опасность возникает при образовании зон затопления в случае прорыва плотин и разлива рек;

- разнообразны источники природных ЧС: ежегодно горят торфяники и происходят лесные пожары, резкие колебания температуры, снежные заносы.

- гидрометеорологические условия особенно опасны в южных областях региона: подъем воды в паводок может достигать 5-7 м, могут быть подтоплены мосты в реках.

Оценка степени опасности от ЧС определяется потенциальными источниками ЧС и численностью населения в зонах поражающих факторов. Районами повышенного риска являются три субъекта

Уральского региона: первая степень опасности находится в зонах возможных ЧС, что составляет 1,7 % всего населения России; Свердловская область – 4,3 млн. чел., Челябинская область – 2 млн чел. и Тюменская область – 0,9 млн чел.

Ко второй степени опасности ЧС относятся территории Курганской области и Ханты-Мансийского автономного округа, в которых проживает 515 и 300 тыс. чел соответственно. На их территории расположено около 80 химически опасных объектов.

К третьей степени опасности ЧС относится территория Ямало-Ненецкого автономного округа, в потенциальных зонах ЧС проживает 105 тыс. чел.

В целом в Уральском регионе в зоне поражения проживает более 7 млн чел., то есть 43 % населения региона и общей плотностью около 31 тыс. км². Специфическую особенность для населения региона представляет угроза поражающих факторов от радиационного и химически опасных объектов.

ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Экологические и техносферные системы

Экосистема – это общность живой и неживой Природы в определенном пространстве, взаимодействующих друг с другом путем круговорота веществ и обмена энергией и информацией. Экосистемы подразделяют на экологические и природно-технические (техногенные) – техносферы.

Структурная схема глобальной экосистемы Земли приведена на рис. 8, 9. Сущность этой экосистемы заключается в том, что в результате жизнедеятельности осуществляется непрерывный поток атомов из неживой Природы в живую и обратно, то есть происходит непрерывный обмен между ними веществом, энергией и информацией.

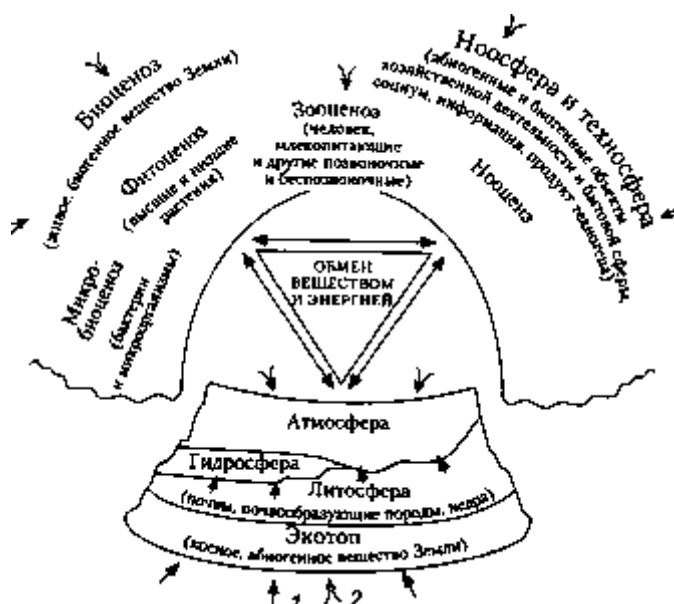


Рис. 8. Структурная схема глобальной экосистемы Земли.

Примечание: 1 - поток внутреннего геотермального тепла из недр планеты; 2 - солнечная энергия

Единая глобальная экологическая система – биосфера состоит из следующих веществ:

– живое вещество, образованное совокупностью организмов;

– биогенное вещество, которое создается в процессе жизнедеятельности организмов: газы атмосферы, каменный уголь, известняки и другие;

– косное вещество, образующееся без участия живых организмов: основные породы, лавы вулканов, метеориты и другие;

– биокосное вещество, представляющее собой совместный результат жизнедеятельности организмов и биогенных процессов (почва).

В. И. Вернадский установил роль живых организмов и показал их существенное влияние на преобразование минеральных оболочек Земли. Поэтому биосферу он определял как оболочку Земли, которая населена и преобразуется живыми существами.

Биосфера включает в себя часть атмосферы до высоты 20-30 км (до озонового слоя), вся гидросферу и верхнюю часть литосферы до глубины 3 км. Особенность этих частей: все они населены живыми организмами. Взаимодействие воздуха, воды, горных пород и органического вещества – биоты обусловило формирование почв и осадочных пород.

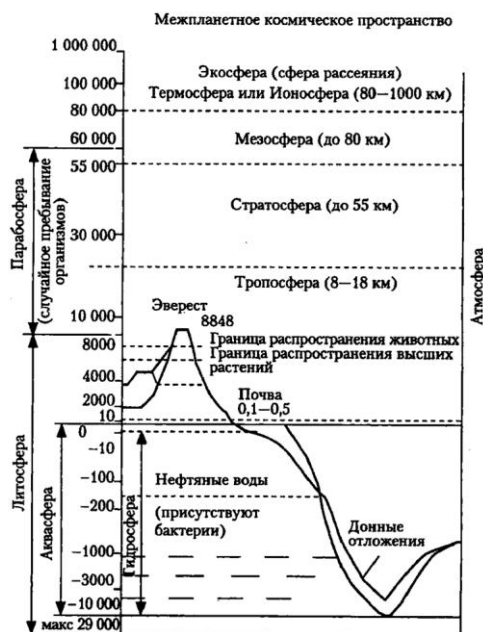


Рис. 9. Строение биосферы

1. Атмосфера – внешняя газовая оболочка Земли. Она состоит из 99,6 % азота, кислорода и аргона; остальные 0,4 % - это водяной пар, углекислый газ, метан, оксиды азота и фреоны. При этом количество азота составляет 75,5 мас. %, кислорода – 23,14 мас. % и аргона – 1,28 мас. %.

Атмосфера имеет несколько слоев, начиная от литосферы: тропосферу (8-18 км), стратосферу (до 55 км), мезосферу (до 80 км), ионосферу (80-100 км), экосферу (сферу рассеивания), а далее межпланетное космическое пространство. Споры бактерий существуют до 20 км от поверхности Земли. Существенную роль в развитии живых организмов играет озоновый слой атмосферы (до 20-30 км), который поглощает губительное для организмов ультрафиолетовое излучение Солнца.

2. Гидросфера – водная оболочка Земли, которую подразделяют на поверхностную и подземную.

Поверхностная гидросфера включает в себя воды океанов, морей, озер, водохранилищ, болот, ледников, снега и др. Она не образует сплошного слоя, а прерывисто покрывает земную поверхность на 70,8 %.

Подземная гидросфера включает воды, находящиеся в верхней части земной коры. Основную часть гидросферы (96,53 %) составляет Мировой океан, доля подземных вод – 1,69 %, остальное – вода озер, рек и ледников. При этом более 98 % всех водных ресурсов Земли составляют соленые воды океанов, морей и др. Поэтому общий объем пресных вод составляет около 2 % общего объема гидросферы. Основная часть пресных вод сосредоточена в ледниках, и только 0,3 % остальной части пресных вод находится в озерах и реках.

Гидросфера оказывает решающее влияние на формирование природной среды нашей планеты.

3. Литосфера – каменная оболочка Земли, включающая земную кору мощностью от 6 (под океаном) до 80 км (горные системы).

Земная кора сложена горными породами – более 70 % приходится на базальты, граниты, габбро, амфиболы, гнейсы и другие магматические породы; около 17 % -преобразованные давлением и высокой температурой породы и лишь около 13 % осадочные породы(глины, пески, карбонатные породы и др.)

Кроме этого, земная кора содержит горючие полезные ископаемые(уголь, нефть, сланцы, газ), рудные(железо, алюминий, медь, редкоземельные элементы и др.) и нерудные(фосфориты, апатиты, дуниты и др.) полезные ископаемы, естественные строительные материалы(известняки, пески, гравий, глины и др.).

4) Техносфера. Все, что создано человеком на Земле называется техносферой: строительство новых объектов, эксплуатация действующих инженерных сооружений, работа заводов, электростанции, железных и автомобильных дорог и другие примеры хозяйственной деятельности человека. Она предназначена для удовлетворения потребностей общества: удобные условия проживания и работы, добыча топливно-энергетических ресурсов, производство продовольственной и промышленной продукции и др.

Техносфера оказывает решающее влияние на природную среду – биосферу и меняет условия ее существования. При этом техногенное влияние зависит от совокупности всех техногенных факторов.

Основные законы техносферы следующие:

- в процессах промышленного производства значительное количество материальных ресурсов переходят в отходы;
- основное количество вырабатываемой энергии не используется в среде производства и потребления с недостаточно высоким коэффициентом полезного действия (КПД);
- организация производства, обеспечивающего при его строительстве и эксплуатации минимальные потери живой и неживой природы;

- в техносфере одна система обменивается с другой одновременно массой, энергией и информацией;
- развитие техносферы должно обязательно осуществляться в строгой гармонии с биосферой;
- разработка новых безотходных и ресурсосберегающих технологий;
- совершенствование методов обеззараживания техногенных выбросов и создание замкнутых производственных циклов;
- разработка мероприятий по комплексному использованию сырья;
- взаимодействие биосферы и техносферы заключается в кругообороте между ними вещества, энергии и информации по основным законам этих экосистем.

Процессы образования и разложения, которые в природе реализуются, сбалансированы, т.е. отходы одних организмов служат средой обитания для других организмов. Но если в области биосферы этот закон круговорота веществ действует неукоснительно, то в области техносферы отходы одних производств в незначительной степени являются сырьем для других производств, что подтверждается постоянным ростом техногенных отходов.

Следовательно, закон круговорота веществ практически полностью действует в биосфере и недостаточно действует в техносфере. В будущем этот закон будет также полностью действовать и в техносфере: отходы одного производства будут ценнейшим сырьем для других производств. Круговорот веществ в биосфере, техносфере и между ними будет полным.

Главным источником энергии является солнечная радиация через фотосинтез. При этом около 90 % энергии расходуется на разложение и возврат веществ: биогеохимический кругооборот и только 10 % на образование новых веществ в биосфере. В связывании и запасании солнечной энергии заключается основная, планетарная функция живого вещества на Земле. В техносфере энергия, заложенная Природой и техногенезом в техногенных отходах, добывается переработкой отходов в

продукцию, в которой энергия постепенно обратно возвращается в окружающую среду

Следовательно, полученная энергия из окружающей среды быстрее возвращается в биосферу и медленнее возвращается в техносферу. Баланс энергий при ее кругообороте всегда остается постоянным – это закон сохранения энергии: энергия не исчезает и не возникает вновь, а переходит из одной формы в другую.

Информация поступает в биосферу и техносферу из ноосферы В. И. Вернадского в виде отдельного вида электромагнитной энергии [19]. В биосфере наглядным доказательством этого является человек – он получает новую информацию из ноосферы, перерабатывает ее и использует в своей конкретной работе.

Одним из основных свойств природных экосистем является их надежность, которая характеризуется параметрами: устойчивость, равновесие, безопасность.

Устойчивость – способность систем выдерживать: изменения, которые создаются внешними техногенными воздействиями; оказывать сопротивление техногенным воздействиям и восстанавливаться после техногенного воздействия.

Равновесие – свойство экосистем сохранять устойчивость в пределах определенных границ при техногенных изменениях.

Безопасность – свойство, определяющее риск потерь устойчивости, равновесия и живучести экосистемы.

Именно эти свойства определяют количественные показатели техногенного воздействия на природу.

2.2 Функционирование экосистемы

Функционирование экосистем определяется круговоротами веществ, которые подразделяются на два: большой (геологический) и малый

(биогеохимический), а также явлениями природного и техногенного характера.

Большой круговорот веществ в Природе (геологический) обусловлен взаимодействием солнечной энергии с глубинной энергией Земли и осуществляет перераспределение вещества между биосферой и более глубокими горизонтами Земли (рис. 10). Осадочные горные породы, образованные за счет выветривания магматических пород, в подвижных зонах земной коры вновь погружаются в зону высоких температур и давлений. Там они переплавляются и образуют магму – источник новых магматических пород. После поднятия этих пород на земную поверхность и действия процессов выветривания вновь происходит трансформация их в новые осадочные породы. Символом круговорота вещества является спираль, а не круг. Это означает, что новый цикл кругооборота не повторяет в точности старый, а вносит новое, что со временем приводит к значительным изменениям.

Следовательно, развитие горных пород происходит на восходящей спирали с усложнением состава горных пород на каждом витке. Это положение полностью соответствует объективным законам диалектического материализма – развитие материи происходит по восходящей спирали с усложнением на каждом витке. Впервые этот закон предложил Г. Гегель [19].

Круговорот воды между сушей и океаном происходит через атмосферу. Влага, испарившаяся с поверхности Мирового океана переносится на сушу в виде осадков, которые вновь возвращаются в океан в виде поверхностного и подземного стока.

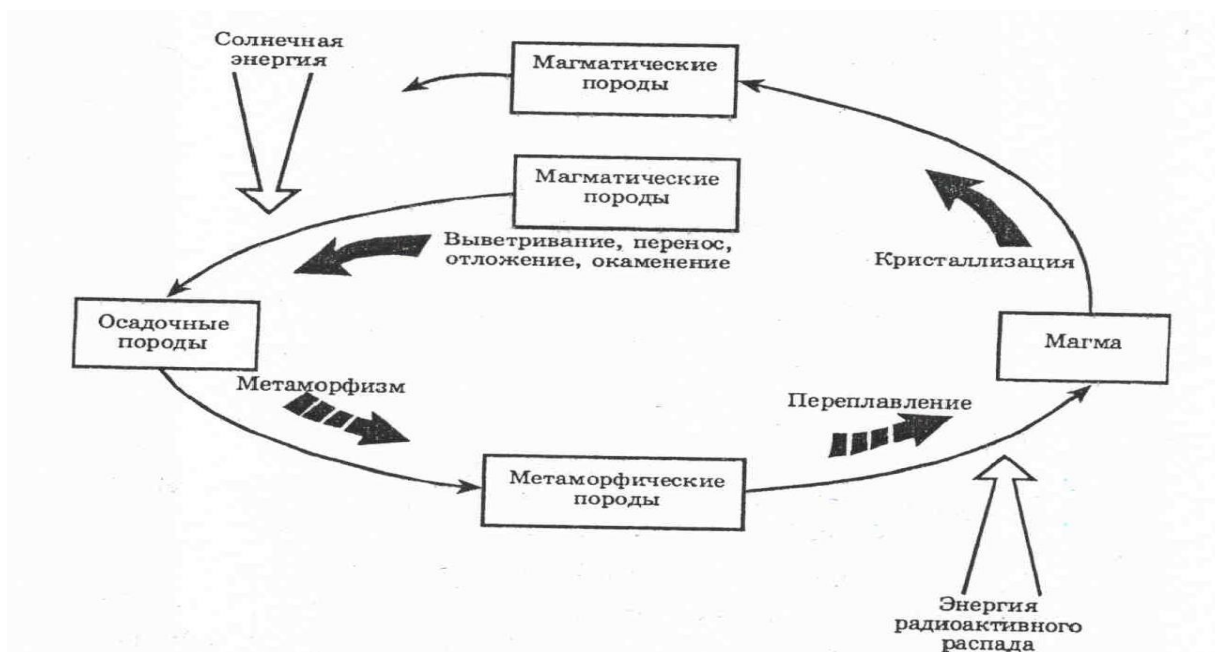


Рисунок 10. Большой круговорот веществ в Природе

Большой круговорот веществ также представляет собой круговорот воды на Земле, в котором участвует более 500 тыс. км^3 воды. При этом происходит испарение с поверхности океанов – конденсация водяного пара – выпадение осадков снова на поверхность океанов.

Малый круговорот вещества в биосфере (биогеохимический) совершается лишь в пределах биосферы путем образования живого вещества из неорганических соединений в процессе фотосинтеза и при разложении его на вновь неорганические соединения (рис. 11).

Этот оборот для жизни биосферы является главным: рождаясь, изменяясь и распадаясь снова на атомы, он обеспечивает биогеохимический круговорот веществ.

Главным источником энергии круговорота является солнечная радиация, которая порождает фотосинтез. Эта энергия неравномерно распределяется по поверхности земного шара: на экваторе количество тепла в три раза больше, чем на 80° с. ш. Кроме того, она теряется путем отражения, поглощается почвой, расходуется на круговорот воды и т. д. В итоге на фотосинтез тратится не более 5 % всей энергии.

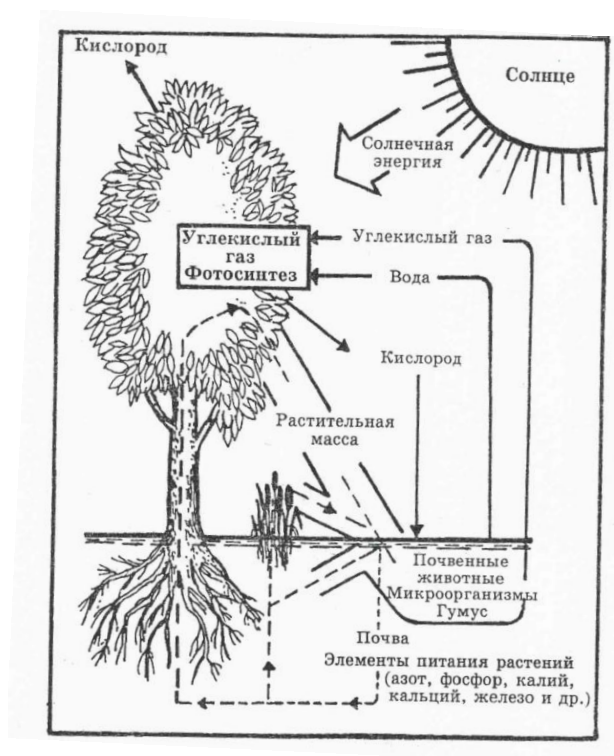


Рисунок 11. Схема биогеохимического круговорота веществ на суше

Круговорот отдельных веществ В. И. Вернадский назвал биогеохимическими циклами: химические элементы, поглощающиеся организмом, впоследствии попадают, уходя, в абиотическую среду, затем через некоторое время снова попадают в живой организм и т. д. Такие элементы называют биофильными, к ним относятся О, Н, С. Эти циклы и кругооборот в целом обеспечивают важнейшие функции живого вещества в биосфере. В связывании солнечной энергии заключается основная функция живого вещества на Земле.

Природные и техногенные явления.

К экологически опасным космическим явлениям относятся астероиды, кометы и крупные метеориты. Их ударная энергия при встрече с Землёй может привести к разрушению сложившихся ландшафтов, катастрофическим последствиям для биоты - уничтожением всего живого, образованию метеоритных кратеров и к изменению климата на планете.

Установлены многочисленные катаклизмы на Земле, вызванные падением метеоритов с образованием кратеров диаметром в десятки

километров. Это приводило к глобальному похолоданию, к угнетению растительности и к уничтожению крупных животных.

Солнце с его всплесками активности вызывает на земле глобальные экологически опасные магнитные бури, гравидинамические возмущения и высокую солнечную радиацию. Солнечные и лунные затмения, приближение комет к траектории Земли вызывают у людей усиление психической напряженности.

Гравитационная энергия оказывает решающее влияние на взаимодействие планет солнечной системы и на астрофизические процессы на самом Солнце.

Поэтому, космические экологические катаклизмы чрезвычайно опасны, ибо могут привести к уничтожению жизни на Земле. Не допустить это – основа существования человечества на нашей планете.

Причиной экологических природных извержений земного происхождения являются геоэкологические процессы: эндогенные и экзогенные. Они выполнили положительную, созидательную роль: сформировали внутренние и внешние геосферы Земли, природные ландшафты и биосферу, месторождения полезных ископаемых и другие природные ресурсы.

Однако геологические процессы одновременно выполняют и разрушительные функции в форме землетрясений, извержений вулканов, подводных излияний лав, лавин, оползней, карстов, цунами, похолодания и др.

К глобальным техногенным катаклизмам (разрушительным процессам) относят: все виды атомного, химического и бактериологического оружия, атомных электростанции (АЭС), радиохимические заводы по изготовлению ядерного топлива и переработки отходов (РАО), извлечение урана и плутония, нефтяные промыслы, трубопроводы, химические и нефтеперерабатывающие заводы,

захоронение РАО, сжигание ракетного топлива, при сжигании которого выделяются токсины (особенно опасен перхлорат) и др.

Мировой объем загрязняющих выбросов в атмосферу составляет около 20 млрд т, в том числе 15 млрд т CO_2 , более 500 млн т углеводородов, 120 млн т золы, более 100 млн т серы и 120 млн т оксидов азота.

Техногенные риски промышленных объектов оцениваются МАГАТЭ (Международное агентство по атомной энергетике) и МЧС (Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий).

Самые крупные ядерные катаклизмы произошли на Чернобыльской АЭС (1986 г.) и на АЭС Фукусима в Японии (2 марта 2011 г.). В России Чернобыльский след охватил площадь 50 тыс. км²: 16 областей и 3 республики заражены Cs-137 (цезий).

Глобальный техногенез стал следствием фонтанных выбросов нефти и газа. Так общие потери нефти и нефтепродуктов в Море составило около 70-80 млн т в год. Российские предприятия нефтеперерабатывающей промышленности выбрасывают в атмосферу более 1,1 млрд т загрязняющих веществ, особенно на Северном Кавказе, шельфах Балтийского и Каспийского морей, Западносибирском, Тимано-Печерском и Волго-Уральском бассейнах.

Интенсивное воздействие на атмосферу оказывают предприятия угле- и сланцедобывающей промышленности с выделением 27 млрд м³ метана и более 16 млрд м³ углекислого газа.

Огромную техногенную нагрузку оказывают предприятия черной и цветной металлургии. Так, черная металлургия поставляет в атмосферу более 2,7 млн т вредных веществ, в т. ч. около 70 % CO_2 , диоксида серы более 10 %, содержание сероводорода, этилбензола и диоксида азота составляет 10-155 ПДК. Цветная металлургия выбрасывает в атмосферу более 3,7 млн т загрязняющих веществ, в т. ч. 75 % диоксидов серы,

остальное – оксида углерода и азота, мышьяка, свинца, ртути и других токсикантов и канцерогенов.

2.3 Функционирование техносистемы

Техносфера – часть биосферы, преобразованная человеком в техногенные объекты, в целях наилучшего соответствия социально – экономическим потребностям человечества. Наилучшая техносфера полностью соответствует улучшению экологии окружающей среды. В целом техносфера представляет собой совокупность искусственных объектов, созданных целенаправленной деятельностью человека и природных объектов, измененных этой деятельностью.

Следовательно, все, что создано Природой – это природный Мир, это биосфера, а все, что создано Человеком – это техногенный Мир, это техносфера – новая планетная оболочка.

Техногенез – все, что связано с производственной деятельностью человека. Созданные в процессе техногенеза новые вещества, изделия и технику называют техногенной продукцией.

Техногенные проблемы современности по своим масштабам условно могут быть разделены на локальные, региональные и глобальные, и требуют для своего решения неодинаковых средств и различных по характеру научных разработок.

Пример локальной экологической проблемы – завод, сбрасывающий без очистки в реку вредные промстоки. Органы защиты Природы или общественность должны оштрафовать такой завод и под угрозой закрытия заставить его строить очистные сооружения.

Примером региональных экологических проблем может служить Кузбасс – почти замкнутая в горах котловина, заполненная газами коксовых печей и дымами металлургического гиганта, или высыхающее Аральское море с резким ухудшением экологической обстановки на всей

его периферии, или высокая радиоактивность почв в районах, прилегающих к Чернобылю.

Для решения таких проблем необходимы объективные научные исследования. В первом случае – разработка рациональных методов поглощения дымовых и газовых аэрозолей, во втором – точные гидрологические исследования для выработки рекомендаций по увеличению стока в Аральское море, в третьем – выяснение влияния на здоровье населения длительного воздействия слабых доз радиации и разработка методов дезактивации почв.

Однако, техногенное воздействие на Природу достигло таких масштабов, что возникли проблемы глобального характера, о которых несколько десятков лет назад никто даже не мог подозревать. Со времени возникновения технической цивилизации на Земле сведено около 1/3 площади лесов, пустыни резко ускорили свое наступление на зеленые зоны. Катастрофических размеров достигло загрязнение Океана нефтепродуктами, ядохимикатами, синтетическими моющими средствами, нерастворимыми пластиками.

Быстрыми темпами происходит загрязнение атмосферы. Пока основным средством получения энергии остается сжигание горючего топлива, поэтому с каждым годом возрастает потребление кислорода, а на его место поступают углекислота, окислы азота, окись углерода, а так же огромное количество сажи, пыли и вредных аэрозолей. Ежегодно в мире сжигается свыше 10 млрд тонн условного топлива, при этом выбрасывается в воздух более 1 млрд тонн различных взвесей, среди которых много канцерогенных веществ. Полагают, что США выжгли над собой весь кислород и поддерживают энергетические процессы за счет кислорода с других территорий планеты. Не менее сложна экологическая проблема озонового слоя. Истощение озонового слоя представляют гораздо более опасную реальность для всего живого на Земле, чем падение какого-нибудь сверхкрупного метеорита, ведь озон не допускает опасное

космическое излучение к поверхности Земли. К сожалению, пока не найдены причины истощения озонного слоя планеты и решения для предотвращения этого.

Несмотря на то, что каждая из глобальных проблем имеет свои варианты частичного или более полного решения, существует некий набор общих подходов к решению проблем окружающей среды. Кроме того, за последнее столетие человечество разработала ряд оригинальных способов борьбы с собственными, губящими Природу недостатками.

К числу таких способов можно отнести возникновения и деятельность разного рода «зелёных» движений и организаций. Кроме «Greenpeace», отличающейся как размахом своей деятельности, так и заметным экстремизмом, существует другой тип экологических организаций – структуры, стимулирующие и спонсирующие природоохранную деятельность, например Всемирный фонд дикой природы (WWF). Также существует целый ряд государственных или общественных природоохранных инициатив: природоохранное законодательство, различные международные отношения или системы Красных книг.

В числе важнейших путей решения экологических проблем большинство исследователей также выделяют внедрение экологически чистых, безотходных технологий строительство очистных сооружений, рациональное размещение производства и использование природных ресурсов.

Хотя, несомненно, и это доказывает весь ход человеческой истории-важнейшим направлением решения стоящих перед цивилизацией экологических проблем стоит назвать повышение экологической культуры человека, серьёзное экологическое образование и воспитание.

Так возникла идея сознательного управления эволюцией и биосферой. Для разрешения противоречий технического прогресса стали создаваться программы практических действий, такие как программы

«Римский клуб», «Globalchange» «Геосфера-биосфера» и другие. Каждая из этих программ вне её зависимости от сходных посылок, столкнулась с проблемой соотношения эволюции природной среды и человеческой культуры.

Таким образом, социально - экологические проблемы являются одной из актуальных проблем, решение которых заключается в отношении человека в природе.

Главной экологической проблемой является такая организация производства, которая при его строительстве и эксплуатации обеспечивала бы минимальные потери неживой и живой Природы. Поэтому основной задачей инженера эколога является разработка современных технологий и технологических экосистем, обеспечивающих высокие производственные и экологические показатели. Это производство должно обеспечивать:

- получение продукции высокого качества;
- высокую экологическую безопасность производства;
- рациональное использование сырья и энергии;
- повышение производительности труда.

Для этого необходимы следующие инженерные решения:

- разработка новых экологически чистых безотходных, и ресурсосберегающих технологий;
- совершенствование методов обезвреживания техногенных выбросов и создание замкнутых производственных циклов;
- разработка мероприятий по комплексному использованию сырья.

Поэтому в основе лежит *концепция безотходной технологии* предусматривающей цикличность материальных потоков, которая реализована в Природе, то есть совмещение техногенного и биогеохимического круговорота веществ.

Следовательно, основные направления инженерной защиты окружающей среды от загрязнения и других видов воздействий -внедрение

ресурсосберегающих, безотходных технологий, биотехнологии, утилизация и детоксикация отходов и, главное, - экологизация всего производства, при котором обеспечивалось бы включение всех видов взаимодействия с окружающей средой в естественные циклы круговорота веществ.

Эти принципиальные направления основаны на цикличности материальных ресурсов и заимствованы у Природы, где, как известно, действуют замкнутые циклические процессы. Технологические процессы, в которых в полной мере учитываются все взаимодействия с окружающей средой и приняты меры к предотвращению отрицательных последствий, называют экологизированными.

Подобно любой экологической системе, где вещество и энергия расходуются экономно и отходы одних организмов служат важным условием существования других, производственный экологизированный процесс, управляемый человеком, должен следовать биосферным законам, и в первую очередь закону круговорота веществ.

Другой путь, например создание всевозможных, даже самых совершенных очистных сооружений, не решает проблему, так как это борьба со следствием, а не с причиной. Основная причина загрязнения биосферы - это ресурсоемкие и загрязняющие технологии переработки и использования сырья. Именно эти так называемые традиционные технологии приводят к огромному накоплению отходов и к необходимости очистки сточных вод и утилизации твердых отходов. Ежегодное их накопление на территории бывшего СССР в 80-х гг. составляло 12-15 млрд т твердых отходов, около 160 млрд т жидких и свыше 100 млн т газообразных.

В России к началу XXI века было накоплено 80 млрд т отходов, в том числе 10 % опасных. Ежегодно образуется токсичных отходов около 100 млн т. Кроме того, на ее территории находится 80 объектов, связанных с подземными ядерными взрывами.

Ежегодно на десятках тысяч горнодобывающих предприятий Мира извлекаются и перерабатываются более 150 млрд т горных пород, откачиваются миллиарды метров кубических подземных вод, накапливаются горы отходов, глубина угольных шахт превышает более 1 500 м.

Следовательно, горнодобывающие отрасли промышленности оказывают наиболее отрицательное воздействие на природные экосистемы, т. е. на окружающую среду.

В России ежегодно накапливается 3,5 млрд т техногенных отходов. Основными производителями техногенных отходов являются предприятия угледобывающей и углеперерабатывающей отраслей промышленности, чёрной и цветной металлургии, предприятия отрасли промышленности по производству минеральных удобрений и строительных материалов. Основную массу горнопромышленных отходов около 95 % составляют вскрышные, вмещающие породы и отходы обогащения около 2 % составляют металлургические шлаки, столько же золы и шлаки тепловых электростанций, менее 1 % составляют фосфогипсы и электротермофосфорные шлаки.

Среди техногенных отходов, токсичных отходов накоплено в России 1,405 млрд т при ежегодном накоплении около 90 млн т.

В России суммарная площадь отходов занимает более 500 тыс. га, а отрицательное воздействие отходов проявляется на территории, превышающей в 10-15 раз больше указанной площади. При этом отходы очень активно взаимодействуют с окружающей средой с образованием новых токсичных веществ.

Предприятия, основанные на технологиях, незнающих отходов-это предприятия будущего. Они уже создаются и уже имеются фабрики без отходного производства.

Для удовлетворения всех потребности одного человека в год расходуется около 20 т различного природного сырья. Добыча полезных

ископаемых удваивается каждые 15 лет, что приводит к увеличению промышленных и бытовых отходов.

Развитие промышленного производства приводит к появлению влияния техногенных факторов на окружающую среду и увеличивает нарушение экологического равновесия. Под влиянием производственной деятельности возникают природно-техногенные системы [5].

Природно-техногенная система (ПТС) - это совокупность совместно присутствующих и постоянно взаимодействующих между собой природных и промышленных объектов. Входящие в состав ПТС инженерные объекты оказывают существенное влияние на окружающую среду и изменяют тем самым условия ее существования. При этом степень влияния зависит от совокупности всех проявлений техногенных факторов с учётом законов внутреннего и динамического равновесия.

Закон внутреннего динамического равновесия гласит: «Вещество, энергия, информация и динамические качества природных систем взаимосвязаны настолько, что любое изменение одного из этих показателей вызывает соответствующие функционально-структурные качественные и количественные перемены. Из этого закона вытекает ряд важных следствий в техногенезе:

- в процессах промышленного производства значительное количество материальных ресурсов переходит в отходы;
- основное количество вырабатываемой энергии используется в сфере производства и потребления;
- неадекватность поведения техногенных объектов входящих в единую ПТС;
- многомерность и разнообразие в протекающих системах природных и техногенных дегазационных процессов.

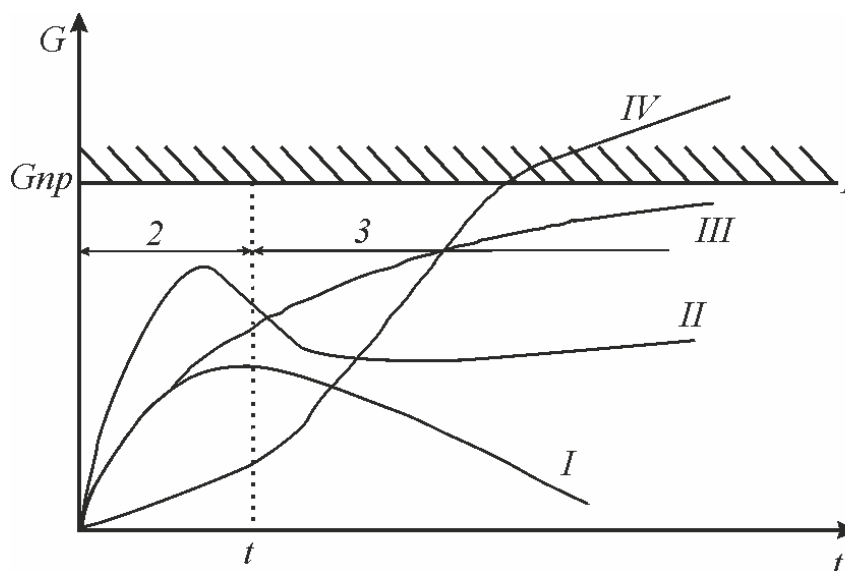
Любое промышленное воздействие на Природу вызывает в них ответные реакции, которые появляются в трёх формах [15]:

– **адаптационная реакция** предусматривает локальное, статистическое смещение равновесия, в рамках которого окружающая среда продолжает функционировать в новых условиях;

– **восстановительная реакция** отвечает полному или частному восстановлению свойства экосистемы;

– **невосстановительная реакция** – соответствует критическому состоянию окружающей среды.

В процессе строительства допускается определенное техногенное воздействие, приводящее к изменению ряда природных факторов (рис. 12) [15]



Примечание: 1 – предельный техногенный уровень; 2 – стадия формирования промышленного объекта; 3 – стадия эксплуатации промышленного объекта; I-IV – условные характеристики факторов техногенных изменений: I – сохранность природного покрова почвы; II – сохранность растительного покрова; III – сохранность гидрогеологического состояния рельефа; IV – сохранность естественного вида ландшафта; τ – время; G – количественный показатель компонента природного ландшафта

Рисунок 12. Функциональные характеристики техногенного изменения в ПТС [15]

Условия экологического равновесия требуют, чтобы к моменту окончания строительства, характеристики состояния окружающей среды были бы невозрастающими функциями во времени. Если какая-либо характеристика носит неуправляемый характер, то ее монотонное

возрастание может привести в процессе эксплуатации к достижению предельного техногенного уровня, представляющего экологическую опасность.

Принцип оптимального функционирования природно-техногенной системы при управлении трудовыми процессами и производственной деятельностью следующий:

«Если природно-техногенная система испытывает влияние комплекса факторов техногенного и антропогенного воздействия, то для стабильного функционирования этой системы необходимо, чтобы сумма этих воздействий оставляла без изменений все структурные соотношения в этой системе».

Для разработки оптимального экологического режима необходимо знать факторы техногенного воздействия, критерии оценки состояния экосистемы и иметь управляющие параметры, оказывающие воздействие на природную экосистему.

Факторы техногенного воздействия определяют:

- по качественному составу техногенных выбросов;
- по интенсивности их воздействия на окружающую среду;

Часто для оценки влияния промышленного техногенеза на экологическое равновесие используют следующие **интегральные критерии**:

- абсолютные потери окружающей среды, выраженные в конкретном изменении данных биогеоценоза флоры и фауны;
- компенсационные возможности экосистемы, характеризующие ее восстанавливаемость в естественном и принудительном режимах;
- опасность нарушения природного баланса, которая определяет вероятность возникновения необратимых потерь и экологических сдвигов;
- уровень экологических потерь, которые характеризуют масштабы воздействия промышленного техногенеза на окружающую среду.

Преодоление экологических противоречий в системе Природа – производство – человек является главной целью на современном этапе развития нашей цивилизации [5,15].

Решения данной экологической проблемы достигаются:

- сохранением, воспроизводством и рациональным использованием природных ресурсов;
- оптимизацией инженерных, экономических, организационных, социальных и других решений для обеспечения экологически безопасного, прогрессивного развития;
- разработкой новых безотходных, ресурсосберегающих технологий;
- совершенствованием методов обезвреживания техногенных выбросов и созданием замкнутых производственных циклов;
- разработкой технологий по комплексному неиспользованию сырья с максимальным использованием вторичных ресурсов;
- создание эффективной налоговой системы с максимально высокими налогами на ***предприятия с отходами***, снижением налогов на ***безотходные предприятия*** и формирование ***безналоговых предприятий***, изготавливающих высококачественную продукцию из отходов.

Таким образом, главной задачей являются технологии рационального использования природных ресурсов, предотвращение их истощения, деградации и загрязнения окружающей среды, и в итоге – совмещение техногенного и биогеохимических кругооборотов веществ.

Поэтому развитие основано на эффективном содружестве многих фундаментальных наук, прогрессивном экологическом образовании и основном законе: ***«Экология – первична, технология – вторична, а экономика третична»..***

Стратегической задачей экологии является развитие теории взаимодействия Природы и общества, являющегося неотъемлемой частью биосферы.

Одним из важных объектов экологии, существенно нарушающих окружающую среду, является область чрезвычайных ситуаций (ЧС).

ГЛАВА 3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНОСФЕРНЫЕ УГРОЗЫ

3.1 Воздействие на биосферу

Компоненты окружающей среды, влияющие на организмы, называются экологическими факторами. К ним относятся [9]:

- **абиотические факторы** – компоненты неживой Природы: состав воды, атмосферы, почв и климата;
- **биотические факторы** – взаимодействие между популяциями в природных сообществах, между отдельными особями в популяциях;
- **техногенные (антропогенные) факторы** – деятельность человека, приводящая к изменению среды обитания организмов и влияющая на их здоровье и жизнь;
- **лимитирующие факторы**, недостаток или избыток которых ведет к невозможности существованию организмов.

Классификация экологических факторов приведена на рисунке 13.

Экологические факторы не являются постоянными, некоторые из них носят ярко выраженный динамичный характер (суточные и годовые колебания температуры, поступление солнечной энергии, техногенные изменения и др.).

Следовательно, охранять окружающую среду – это значит обеспечивать состав и режим экологических факторов в пределах унаследованной толерантности живого организма.

Поэтому любой организм способен оптимально обитать в том месте биосферы, которое установила ему эволюция на протяжении тысячелетий, начиная с его предков, т. е. существовать в экологической нише (ниша-гнездо).

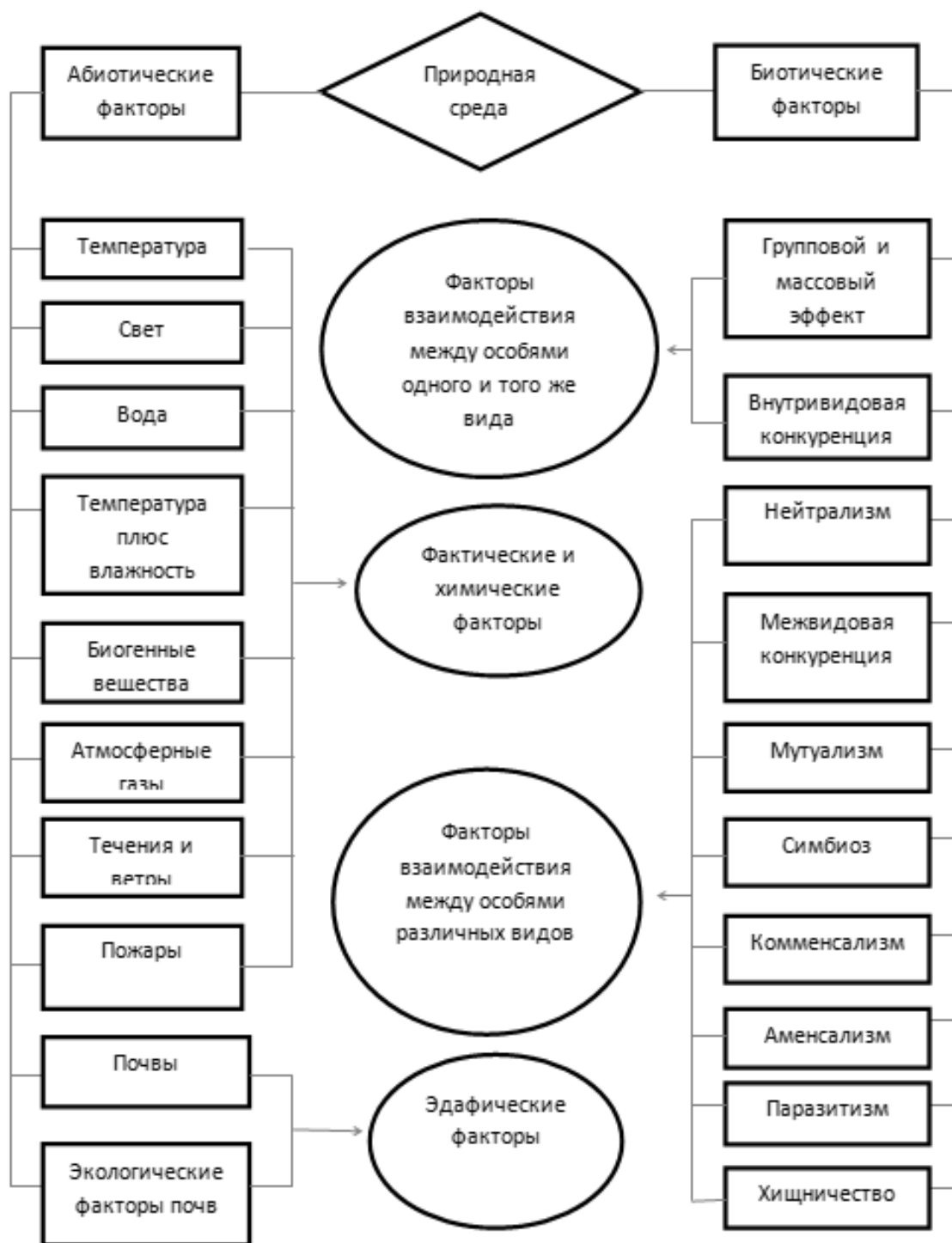


Рисунок 13. Классификация экологических факторов

Экологическая ниша – это совокупность абиотических и биотических среды обитания, соответствующих требованиям организма одного вида. Каждый вид занимает свою, только ему присущую, экологическую нишу. Защитные устройства и системы позволяют

преодолеть неблагоприятное воздействие экологических факторов и создать искусственную экологическую нишу.

Для человека эти устройства и системы в искусственной экологической нише в некоторых случаях являются источником неблагоприятных экологических факторов и приносят вред как человеку так и другим организмам через загрязнение атмосферы, гидросферы и литосферы (почвы).

Природа всесильна, она знает всё. Природа – Вселенная создала планету Земля, создала на ней необходимую окружающую среду и только после этого на ней появился человек. Поэтому окружающая среда первична, а человек в ней – вторичен.

Отсюда главный вывод – развитие техногенеза должно быть строго гармонично существующей биосфере.

Однако в настоящих условиях развития нашей цивилизации техногенез губит биосферу и это воздействие привело к большому экологическому кризису, т.к. экологические факторы существенно влияют на атмосферу, гидросферу и литосферу.

Под техногенными воздействиями на биосферу понимают деятельность, связанную с реализацией технологических, экономических, военных, восстановительных, культурных и других интересов человека, вносящую физические, химические, биологические и другие изменения в окружающую среду.

Нарушения основных систем биосферы связаны в первую очередь с целенаправленными техногенными воздействиями, классификация которых приведена на рисунке 14.

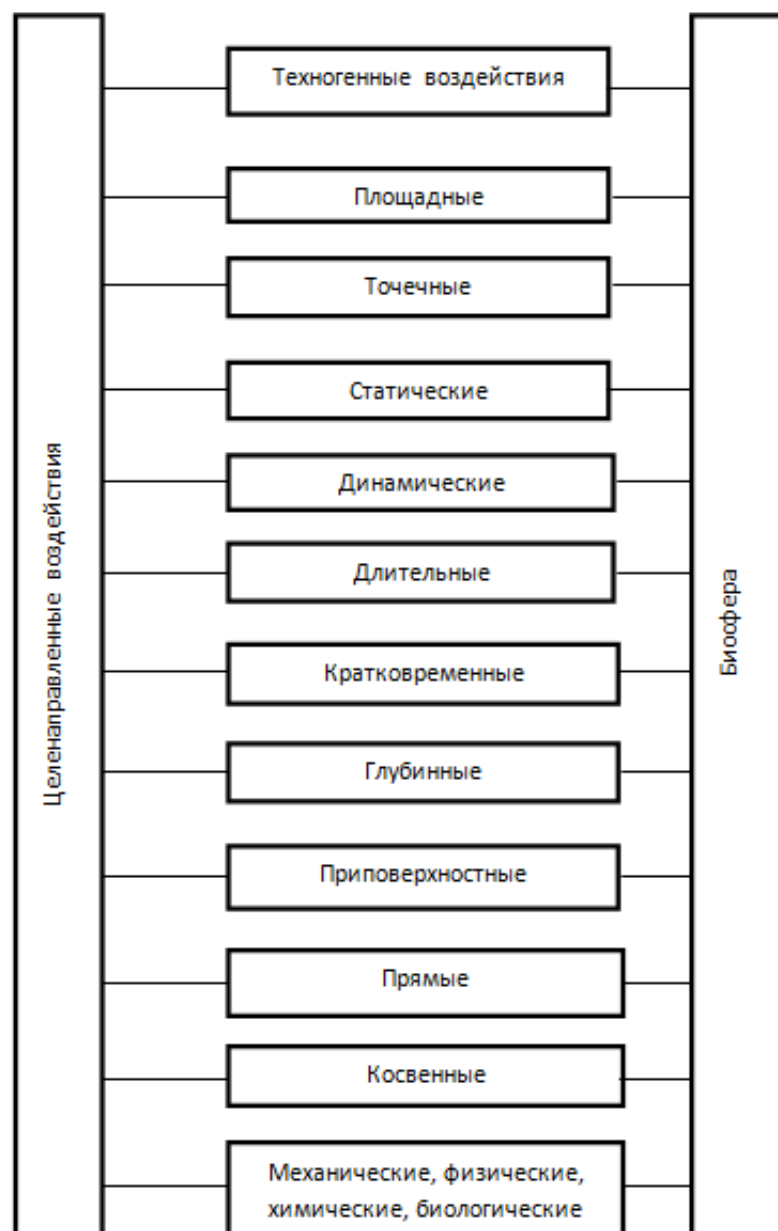


Рисунок 14. Классификация целенаправленных техногенных воздействий на биосферу

Биосфера, весьма динамичная планетарная экосистема, во все периоды своего эволюционного развития постоянно изменялась под воздействием различных природных процессов. В результате длительной эволюции биосфера выработала способность к саморегуляции и нейтрализации негативных процессов.

Однако по мере возникновения, совершенствование и распространение новых технологий планетарная экосистема,

адаптированная к воздействию природных факторов, всё в большей степени стала испытывать влияние новых небывалых по силе мощности и разнообразию воздействий. Вызваны они человеком, а по тому называются они техногенными.

Подавляющая часть техногенных воздействий носит целенаправленный характер. Нарушение основных систем жизнеобеспечения биосферы связано в первую очередь с целенаправленными техногенными воздействиями. По своей природе, глубине и площади распространения, времени действия и характеру приложения они могут быть различными: площадные, точечные, статические, динамические, длительные, кратковременные, глубинные, приповерхностные, прямые, косвенные, механические, физические, химические, биологические.

Анализ экологических последствий техногенных воздействий позволяет разделить их на положительные и отрицательные.

К положительным воздействиям человека на биосферу относится воспроизводство природных ресурсов, восстановление запасов подземных вод, полезащитные лесоразведения, рекультивация земель, ликвидация техногенных отходов и др.

Отрицательное воздействие – это вырубка леса, истощение запасов подземных вод, засоление и опустынивание земель, эрозия почв, разное сокращение видов и количество животных и растений и др. Но главнейшим видом отрицательного воздействия человека на биосферу является её загрязнение.

Загрязнением называют поступление в окружающую среду вредных твердых, жидких и газообразных веществ, микроорганизмов и энергий, в количествах, вредных для здоровья человека, животных, растений и экосистем. Это загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, почва, недр и околоземного космического пространства.

По объектам загрязнения различают загрязнения поверхностных и подземных вод, загрязнение атмосферного воздуха, загрязнение почв и т. д. Источниками технологического загрязнения, являются промышленные предприятия (химические, металлургические, целлюлозно-бумажные, строительных материалов и другие), теплоэнергетика, транспорт, сельскохозяйственное производство и другие технологии.

Природными загрязнителями могут быть пыльные бури, вулканический пепел, селевые потоки и другие.

По видам загрязнения выделяют химическое, физическое и биологическое загрязнение (рис. 15). По своим масштабам и распространению загрязнение может быть локальным (местным), региональным и глобальным. Как в локальном, так и в глобальном масштабе, ученые отдают «приоритет» следующим загрязняющим веществам:

- диоксиду серы (с учетом эффекта вымывания диоксида серы из атмосферы и попадания образующихся серной кислоты и сульфатов на растительность, почву и в водоемы);
- тяжелым металлам, в первую очередь свинцу, кадмию и особенно ртути;
- нефти и нефтепродуктам в морях и океанах;
- хлорорганическим пестицидам (в сельских районах);
- оксиду углерода и оксиду азота (в городах).

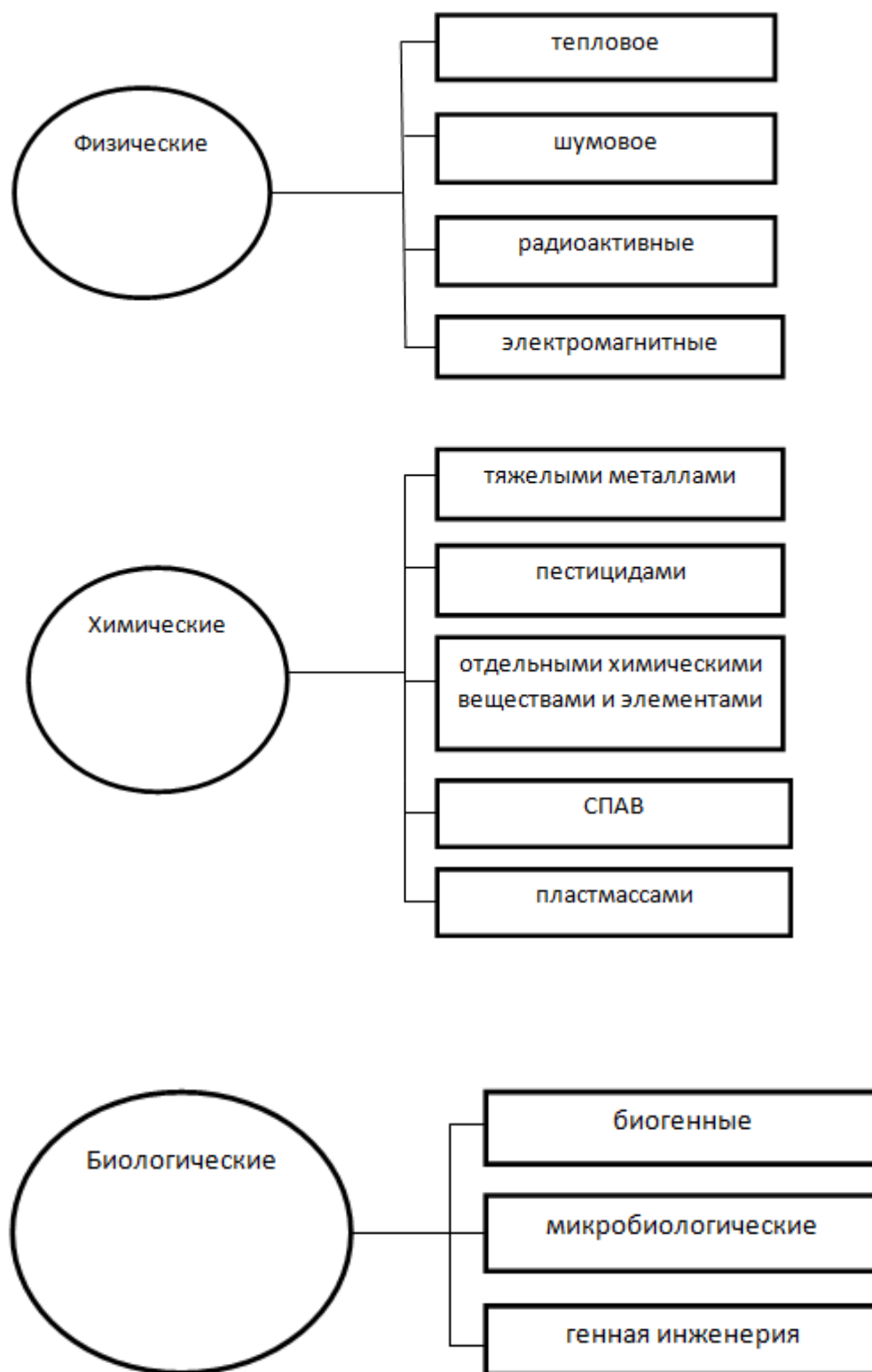


Рисунок 15. Виды загрязнения окружающей среды

Под видами загрязнений понимают также любые нежелательные для экосистем техногенные изменения (рис. 16).

– ингредиентное (минеральное или органическое) загрязнение как совокупность веществ, чуждых естественным биогеоценозам (например, бытовые стоки, ядохимикаты, продукты сгорания и т. д.);

– параметрическое загрязнение, связанное с изменениями качественных параметров окружающей среды (тепловое, шумовое, радиационное, электромагнитное);

– биоценоотическое загрязнение, вызывающее нарушение в составе и структуре популяции живых организмов;

– стациально-деструкционные загрязнения (стация - место обитания популяции, деструкция - разрушение), связанное с нарушением и преобразованием ландшафтов и экосистем в процессе природопользования.

Без всякого преувеличения можно отметить, что воздействие человека на биосферу в целом и на отдельные её компоненты достигла к настоящему времени беспрецедентных размеров.

В настоящий период воздействие техногенеза на биосферу оценивается как глобальный экологический процесс существенно возросло количество и качество загрязнителей, что крайне отрицательно влияет на здоровье человека, животных и растений, т. е. в целом на атмосферу, гидросферу и литосферу.

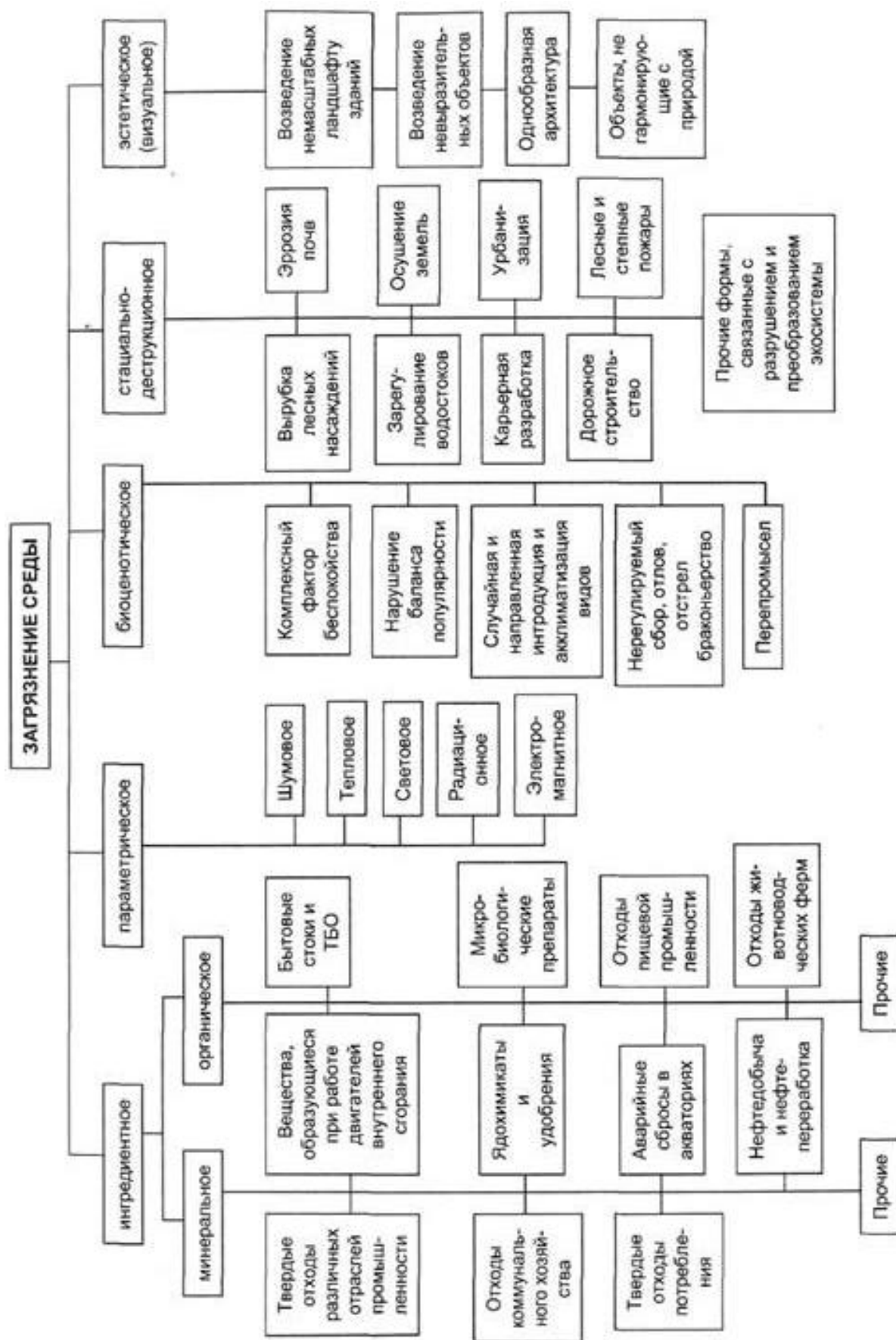


Рисунок 16. Классификация загрязнения экологических систем

3.2 Воздействие на атмосферу

Глобальные экологические проблемы современности тесно связаны с техногенным загрязнением атмосферы: парниковым эффектом, нарушением озонового слоя, выпадением кислотных дождей, изменением химического состава воздуха и др.

Охрана атмосферного воздуха является основной экологической проблемой оздоровления окружающей среды. Человек не может жить без воздуха, при этом воздух должен иметь определенную частоту и любые отклонения опасны для здоровья.

Атмосферный воздух, кроме этого, предохраняет Землю от абсолютного холода Космоса и потока солнечных излучений, формирует климат и погоду, задерживает массу метеоритов. При этом атмосфера обладает способностью к самоочищению от загрязнения, но в данный период техногенное загрязнение достигло критических значений поэтому атмосферный воздух уже не в полной мере выполняет свои защитные, терморегулирующие и жизнеобеспечивающие экологические функции.

Загрязнение атмосферного воздуха – это изменение его состава и свойств, которое оказывает отрицательное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем.

Загрязнение атмосферы бывает природным и техногенным.

Природное загрязнение вызвано природными процессами: вулканогенная деятельность, выветривание горных пород, ветровая эрозия, массовое цветение растений, дым от торфяных, лесных и степных пожаров и др.

Техногенное загрязнение вызвано техногенными процессами: выбросом вредных веществ от различных видов производств (радиоактивного, химического, металлургического и др.), транспорта, энергетики, сельского хозяйства и др.

По агрегатному состоянию выброса вредных веществ в атмосферу классифицируются на:

- газообразные: диоксиды углерода, азота, серы, углеводорода и др.;
- жидкие: кислоты, щелочи, растворы солей и др.;
- твердые: канцерогенные вещества, свинец и его соединения, неорганическая и органическая пыль, сажа, смолистые вещества и др.

Главными загрязнителями воздуха являются техногенные загрязнители, на долю которых приходится около 98% общего объема выбросов вредных веществ.

Все отрасли промышленности являются загрязнителями природной среды, отличаясь лишь ассортиментом, степенью опасности и объемам выбросов (сбросов), а также количеством твердых токсичных отходов.

Жидкие загрязняющие вещества образуются при конденсации паров, распылении и разливе жидкостей, в результате химических реакций.

Газообразные загрязнители формируются в результате химических реакций, например, окисления, обжига руд и нерудного минерального сырья (цветная металлургия, производство цемента). При сжигании топлива образуются огромные количества газообразных соединений – оксиды серы, азота, углерода, тяжелых и радиоактивных металлов. Реакции восстановления также являются источником газообразных загрязняющих соединений, например, производство кокса, соляной кислоты из хлора и водорода, аммиака из атмосферного азота и кислорода.

Мощным источником газообразных соединений являются химические реакции разложения (производство фосфорных удобрений), электрохимические процессы (производство алюминия), выпаривание, дистилляция.

Промышленная пыль образуется в результате механической обработки различных материалов (дробление, размол, взрывание, заполнение, разрывание), тепловых процессов (сжигание, прокаливание, сушка, плавление), транспортировки сыпучих материалов (погрузка, просеивание, классификация).

Из всей массы загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу от техногенных источников, около 90 % составляют газообразные, 10 % - твердые и жидкие вещества.

Главными источниками загрязнения атмосферы являются:

- тепловые электростанции и теплоцентрали, сжигающие органическое топливо;
- транспорт;
- черная и цветная металлургия;
- машиностроение;
- химическое производство;
- добыча и переработка минерального сырья;
- открытые источники (добыча, сельскохозяйственные пашни, строительство)

(табл. 12) [5].

Конкретные загрязняющие вещества, поставляемые в атмосферу теми или иными отраслями промышленности, приведены в таблице (табл. 13).

Состав загрязняющих веществ, определяемых, прежде всего, разнообразием исходного сырья и технологий его переработки, представлен следующими данными: оксид углерода – 28 % суммарного выброса в атмосферу, диоксид серы – 16,3 %, оксиды азота – 6,8 %, аммиак – 3,7 %, бензин – 3,3 %, сероуглерод – 2,5 %, сероводород – 0,6 %, толуол – 1,2%, ацетон – 0,95%, бензол – 0,7 %, дихлорэтан – 0,6 %, серная кислота – 0,3 %.

Таблица 12. Доля, вносимая основными техногенными источниками в загрязнение атмосферы

Вид деятельности	Массовая доля в суммарном выбросе всех загрязняющих веществ за год, %
Все виды транспорта	50-60
Производство пара, тепловой и электрической энергии	10-15
Промышленные технологии и процессы горения	15-20
Сжигание отходов	5

Таблица 13. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха

Группа	Аэрозоли	Газообразные выбросы
Котлы и промышленные печи	Зола, сажа	NO ₂ , SO ₂ , а также CO, альдегиды (HCHO), органические кислоты, бензапирен
Нефтеперерабатывающая промышленность	Пыль, сажа	SO ₂ , H ₂ S, NH ₃ , NO _x , CO, углеводороды, меркаптаны, кислоты, альдегиды, кетоны, канцерогенные вещества
Химическая промышленность	Пыль, сажа	В зависимости от процесса (H ₂ S, CS ₂ , CO, NH ₃ , кислоты, органические вещества, растворители, летучие вещества, сульфиды и др.)
Металлургия и коксохимия	Пыль, оксиды железа	SO ₂ , CO, NH ₃ , NO _x , фтористые соединения, цианистые соединения, органические вещества, бензапирен
Горная промышленность	Пыль, сажа	В зависимости от процесса (CO, фтористые соединения, органические вещества)
Пищевая промышленность	Пыль	NH ₃ , H ₂ S (многокомпонентные смеси органических соединений)
Промышленность строительных материалов	Пыль	CO, органические соединения

Другой формат загрязнения атмосферы является локальное избыточное поступление тепла от техногенных источников.

В настоящий период уровень загрязнения атмосферного воздуха в нашей стране очень высокий, что, прежде всего, связано с увеличением количества автотранспорта и низкой очисткой выхлопных газов: на долю автотранспорта приходится 50-60 %, а техноэнергетики – всего лишь 16-20 % от общих выбросов.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются:

1. Тепловые и атомные электростанции. Котельные установки.

К основным источникам загрязнения атмосферы относятся тепловые и атомные электростанции, котельные установки.

В процессе сжигания твердого и жидкого топлива в атмосферу выделяется дым, содержащий продукты полного (диоксид углерода и пара воды) и не полного (оксида углерода, азота, серы, углеводорода и др.)

сгорания. Объем энергетических выбросов очень велик. Так, ТЭС мощностью 2,4 млн кВт расходует в сутки до 20 тыс. т угля и выбрасывает в атмосферу за это же время 680 т. SO_2 и SO_3 , 200 т оксидов азота, 120-140 т твердых частиц (зола, пыль, сажа).

Перевод установок на жидкое топливо снижает выброс золы, но не уменьшает выброса оксидов серы и азота. Наиболее экологически чистое топливо-газ в три раза меньше загрязняет атмосферный воздух, чем жидкое и в пять раз меньше, чем твердое.

Источником загрязнения воздуха на атомных электростанциях (АЭС) – это радиоактивный йод, радиоактивные инертные газы и аэрозоли. Крупные загрязнители воздуха – котельные установки, в которых много продуктов неполного сгорания;

2. Черная и цветная металлургия.

При выплавке 1 т стали в атмосферу выбрасывается 0,04 т твердых частиц, 0,03 т оксидов серы, 0,05 т оксида углерода, а также в небольших количествах опасных загрязнителей: свинец, марганец, фосфор, мышьяк, пары ртути, смеси фенола, формальдегида, бензола, аммиака и других токсичных веществ. Существует загрязнение атмосферы на агломерационных фабриках, при доменном и ферросплавном производстве.

Значительные выбросы отходящих газов и пыли, содержащих токсичные вещества, происходят на заводах цветной металлургии при переработке свинцово-цинковых, медных, сульфидных руд, при выплавке меди, аммония, никеля и др.

3. Химическое производство.

Выбросы химического производства обладают высокой токсичностью, отличаются значительным разнообразием концентрированности и представляют значительную угрозу для человека и всей биоты. К этим загрязнителям относятся оксиды серы, фторида,

аммиак, нитрозные газы, хлориды, сера водород, неорганическая пыль и др.

4. Автотранспортные выбросы.

В Море насчитывается несколько сот миллионов автомобилей, сжигающих огромное количество нефтепродуктов, существенно загрязняющих атмосферный воздух. Так, в г. Москве на долю автотранспорта приходится около 80 % от общего количества выбросов в атмосферу. В выхлопных газах содержится огромное количество токсичных соединений: бензапирена, альдегидов, оксидов азота и углерода и особо опасных соединений свинца.

Интенсивное загрязнение воздуха происходит при добыче и переработке минерального сырья, на нефте- и газоперерабатывающих заводах, при выбросе газов и пыли из подземных горных выработках, при сжигании мусора и горелых пород в отвалах и др.

5. Сельское хозяйство.

Очагами загрязнения атмосферы здесь являются животноводческие и птицеводческие фермы, промышленные комплексы по производству мяса, распыление пестицидов и др.

Загрязнение атмосферного воздуха существенно воздействует на здоровье человека и на окружающую среду различными способами – от прямой и немедленной угрозы до медленного и постепенного различных систем жизнеобеспечения организма (от смога до рака).

Экологические последствия загрязнения атмосферы подразделяются на местные и глобальные.

Экологические местные последствия загрязнения атмосферы.

Физиологическое воздействие на человеческий организм главных загрязнителей обуславливает очень серьезные последствия. Так, диоксид серы, соединяясь с водой, образует серную кислоту, которая разрушает легочную ткань человека и животных. Особенно опасен диоксид серы,

когда он осаждается на пылинках и в этом виде глубоко проникает в дыхательные пути.

Пыль из диоксида кремния – SiO_2 -вызывает тяжелое заболевание легких – силикоз. Оксиды азота разъедают слизистые оболочки глаз, легких, образуют ядовитые туманы, особенно в смеси с диоксидом серы и другими токсичными соединениями.

Оксид углерода приводит к отравлению человека. Твердые наночастицы размером менее 1 мкм свободно проникают в клетки живых организмов, вызывая в них необратимые, непредсказуемые, токсичные изменения. Такие выбросы как свинец, бензапирен, фосфор, кобальт, мышьяк, кадмий и другие вызывают онкологические заболевания, снижают сопротивление организма инфекциям и другие.

Тяжелые последствия в организме вызывают выхлопные газы автомобилей, смесь дыма, тумана и пыли – смог (зимний и летний).

Техногенные выбросы загрязняющих веществ в больших концентрациях и в течение длительного времени наносят большой вред не только человеку, но животным, растениям и экосистем в целом. Однако низкие концентрации загрязнителей оказывают положительное влияние, в ряде случаев, на растения. Так, кадмиевая соль стимулирует прорастание семян, прирост древесины, рост некоторых органов растений.

Экологические глобальные последствия загрязнения атмосферы.

К глобальным последствиям загрязнением атмосферы относятся:

- 1) глобальное потепление климата («парниковый эффект»);
- 2) нарушение озонового слоя;
- 3) выпадение кислотных дождей.

Глобальное потепление климата. Наблюдаемое потепление климата обусловлено с накоплением в атмосфере так называемых «парниковых газов» диоксид углерода – CO_2 , метана – CH_4 , хлорфторуглеродов (фреонов), озона – O_3 , оксидов азота и др. Эти газы препятствуют длинноволновому тепловому излучению с поверхности Земли и действуют

как крыша теплицы. Она с одной стороны пропускает внутрь большую часть солнечного излучения, а с другой- почти не пропускает наружу тепло, переизлучаемое Землей.

В связи с сжиганием ежегодно более 9 млрд т условного топлива (угля, нефти, торфа, древесины, газа и др.) концентрация CO_2 в атмосфере постоянно увеличивается, повышается содержание фреонов, метана, оксидов азота и др. Это приводит к росту средней температуры воздуха у земной поверхности. Так, за последние 100 лет средняя температура повысилась на $0,4^\circ\text{C}$, а по прогнозам к катастрофическим последствиям: повышению уровня Мирового океана, затоплению приморских равнин более чем в 30 странах, нарушению климатического равновесия, заболачиванию обширных территорий, оттаиванию вечной мерзлоты и др.

Другие считают, что повышение концентрации и CO_2 в атмосфере и связанное с этим увеличение влажности климата приводит к росту лесов, лугов, саванн, культурных растений, садов, виноградников и др.

В целом нет единого мнения по влиянию глобального потепления на биосферу Земли. Необходимо заботиться о сохранении биосферы как основного фактора глобальной экологической безопасности. Подписано Международное соглашение (Киотский протокол) о контроле за выбросами парниковых газов.

Нарушение озонового слоя. Озоновый слой (озоносфера) охватывает весь земной шар и располагается на высотах от 10 до 50 км с максимальной концентрацией озона на высоте 20-25 км.

В настоящее время истощение озонового слоя признано всеми как серьезная угроза глобальной экологической безопасности. Снижение концентрации озона ослабляет способность атмосферы защищать все живое на Земле от жестокого ультрафиолетового излучения. Живые организмы весьма уязвимы для ультрафиолетового излучения, ибо энергии даже одного фотона из этих лучей достаточно, чтобы разрушить химические связи в большинстве органических молекул. Не случайно

поэтому в районах с пониженным содержанием озона многочисленны солнечные ожоги, наблюдается рост заболеваемости людей раком кожи и др.

Установлено также, что растения под влиянием сильного ультрафиолетового излучения постепенно теряет свою способность к фотосинтезу, а нарушение жизнедеятельности планктона приводит к разрыву трофических цепей биоты водных экосистем и т. д.

Предполагается как естественное, так и антропогенное происхождение «озоновых дыр». Последнее, более вероятно и связано с повышенным содержанием фреонов. Фреоны широко применяются в промышленном производстве и в быту (хладоагрегаты, растворители, распылители, аэрозольные упаковки и др.). Поднимаясь в атмосферу, фреоны разлагаются с выделением оксида хлора, губительно действующего на молекулы озона.

Кислотные дожди. Одна из важнейших экологических проблем, с которой связывают окисление природной среды, - кислотные дожди. Образуются они при промышленных выбросах в атмосферу диоксида серы и оксидов азота, который соединяясь с атмосферной влагой, образует серную и азотную кислоты.

Опасность представляют, как правило, не сами кислотные осадки, а протекающие под их влиянием процессы. Под действием кислотных осадков из почвы выщелачиваются не только жизненно необходимые растениям питательные вещества, но и токсичные тяжелые и легкие металлы – свинец, кадмий, алюминий и др. Впоследствии они усваиваются растениями и другими почвенными организмами, что ведет к весьма негативным последствиям.

Воздействие кислотных дождей снижает устойчивость лесов к засухам, болезням, природным загрязнениям, что приводит к ещё более выраженной их деградации как природных экосистем.

Ярким примером негативного воздействия кислотных осадков на природные экосистемы является закисление озер. Оно опасно не только для популяций различных видов рыб, но часто влечет за собой постепенную гибель планктона, многочисленных видов водорослей и других его обитателей. Озера становятся практически безжизненными.

3.3 Воздействие на гидросферу

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, в результате около половины населения потребляют загрязненную недоброкачественную воду.

Под загрязнением гидросферы понимают снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ.

Загрязнение вод проявляется в изменении физических и органических свойств (нарушение прозрачности, окраски, запахов, вкуса), увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов, сокращении растворенного в воде кислорода воздуха, появлении радиоактивных элементов, болезнетворных бактерий и других загрязнителей.

Главные загрязнители вод. Различают химические, биологические и физические загрязнители. Среди химических загрязнителей к наиболее распространенным относят нефть и нефтепродукты, СПАВ (синтетические поверхностно-активные вещества), пестициды, тяжелые металлы и др. Очень опасно загрязняют воду биологические загрязнители, например, вирусы и другие болезнетворные микроорганизмы, и физические – радиоактивные вещества, тепло и др. (табл. 14).

Наиболее часто встречаются химическое и бактериальное загрязнения. Значительно реже наблюдаются радиоактивное, механическое и тепловое загрязнение.

Таблица 14. Главные загрязнители воды

Химические загрязнители	Биологические загрязнители	Физические загрязнители
Кислоты Щелочи Соли Нефть и нефтепродукты Пестициды Диоксиды Тяжелые металлы Фенолы Аммонийный и нитритный азот	Вирусы Бактерии Другие болезнетворные организмы Водоросли Лигнины Дрожжевые и плесневые грибки	Радиоактивные элементы Взвешенные твердые частицы Тепло Органолептические (цвет, запах) Шлам Песок Ил Глина

1. Химическое загрязнение – наиболее распространенное, стойкое и далеко распространяющееся. Оно может быть органическим (фенолы, нафтеновые кислоты, пестициды и др.) и неорганическим (соли, кислоты, щелочи), токсичным (мышьяк, соединения ртути, свинца, кадмия и др.) и нетоксичным. При осаждении на дно водоемов или при фильтрации в пласте вредные химические вещества сорбируются частицами пород, окисляются и восстанавливаются, выпадают в осадок, и т. д., однако, как правило, полного самоочищения загрязненных вод не происходит. Очаг химического загрязнения подземных вод в сильно проницаемых грунтах может распространяться до 10 км и более.

2. Бактериальное загрязнение выражается в появлении в воде патогенных бактерий, вирусов (до 700 видов), простейших, грибов и др. Этот вид загрязнений в основном носит временный характер.

Весьма опасно содержание в воде, даже при очень малых концентрациях, радиоактивных веществ, вызывающих радиоактивное загрязнение. Наиболее вредны «долгоживущие» радиоактивные элементы, обладающие повышенной способностью к передвижению в воде

(стронций-90, уран, радий-226, цезий и др.). Радиоактивные элементы попадают в поверхностные водоемы при сбрасывании в них радиоактивных отходов, захоронении отходов на дне и др. В подземные воды уран, стронций и другие элементы попадают как в результате выпадения их на поверхность земли в виде радиоактивных продуктов и отходов и последующего просачивания в глубь земли вместе с атмосферными водами, так и в результате взаимодействия подземных вод с радиоактивными горными породами.

3. Механическое загрязнение характеризуется попаданием в воду различных механических примесей (песок, шлам, ил и др.). Механические примеси могут значительно ухудшать органолептические показатели вод.

Применительно к поверхностным водам выделяют еще их загрязнение (а точнее, засорение) твердыми отходами (мусором), остатками лесосплава, промышленными и бытовыми отходами, которые ухудшают качество вод, отрицательно влияют на условия обитания рыб, состояние экосистем.

4. Тепловое загрязнение связано с повышением температуры вод в результате их смешивания с более нагретыми поверхностными или технологическими водами. Так, например, известно, что на площадке Кольской атомной станции, расположенной за полярным кругом, через 7 лет после начала эксплуатации температура подземных вод повысилась с 6 до 19 °С вблизи главного корпуса. При повышении температуры происходит изменение газового и химического состава в водах, что ведет к размножению анаэробных бактерий, росту количества гидробионтов и выделению ядовитых газов – сероводорода, метана. Одновременно происходит «цветение воды, а также ускоренное развитие микрофлоры и микрофауны, что способствует развитию других видов загрязнения. По существующим санитарным нормам температура водоема не должна повышаться более чем на 3 °С летом и 5 °С зимой, а тепловая нагрузка на водоем не должна превышать 12-17 кДж/м³.

Процессы загрязнения поверхностных вод обусловлены различными факторами. К основным из них относятся:

- 1) сброс в водоемы неочищенных сточных вод;
- 2) смыв ядохимикатов ливневыми осадками;
- 3) газодымовые выбросы;
- 4) утечки нефти и нефтепродуктов.

Наибольший вред водоемам и водотокам причиняет выпуск в них неочищенных сточных вод – промышленных, коммунально-бытовых, коллекторно-дренажных и др. Коммунально-бытовые сточные воды в больших количествах поступают из жилых и общественных зданий, прачечных, столовых, больниц и т. д. В сточных водах этого типа преобладают различные органические вещества, а также микроорганизмы, что может вызвать бактериальное загрязнение.

Значительную опасность представляют газо-дымовые соединения (аэрозоли, пыль и т. д.), оседающие из атмосферы на поверхность водосборных бассейнов и не посредственно на водные поверхности.

Огромные 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 с судов балластных вод и т. д. (Таблица 15).

Таблица 15. Приоритетные загрязнители водных экосистем по отраслям промышленности

Отрасль промышленности	Преобладающий вид загрязняющих компонентов
Нефтегазодобыча, нефтепереработка	Нефтепродукты, СПАВ, фенолы, аммонийные соли, сульфиды
Целлюлозно-бумажный комплекс, лесная промышленность	Сульфаты, органические вещества, лигнины, смолистые и жирные вещества, азот
Машиностроение, металлообработка, металлургия	Тяжелые металлы, взвешенные вещества, фториды, цианиды, аммонийный азот, нефтепродукты, фенолы, смолы
Химическая промышленность	Фенолы, нефтепродукты, СПАВ, ароматические углеводороды, неорганика

Горнодобывающая, угольная	Фотореагенты, неорганика, фенолы, взвешенные вещества
Легкая, текстильная, пищевая	СПАВ, нефтепродукты, органические красители, другие органические вещества

Кроме поверхностных вод постоянно загрязняются и поверхностные воды, в первую очередь в районах крупных промышленных центров. Загрязняющие вещества могут проникать к подземным водам различными путями: при просачивании промышленных и хозяйственно-бытовых стоков из хранилищ, прудов-накопителей, отстойников и др., по затрубному пространству неисправных скважин, через поглощающие скважины, карстовые воронки и т. д.

Важно подчеркнуть, что загрязнения подземных вод не ограничиваются площадью промпредприятия, хранилищ отходов и т. д., а распространяются вниз по течению потока на расстояние до 20-30 км и более от источника загрязнения. Это создает реальную угрозу для питьевого водоснабжения в этих районах.

Следует также иметь в виду, что загрязнение подземных вод негативно сказывается и на экологическом состоянии поверхностных вод, атмосферы, почв, других компонентов природной среды. Например, загрязняющие вещества, находящиеся в подземных водах, могут выноситься фильтрационным потоком в поверхностные водоемы и загрязнять их. Как подчеркивают многие ученые, круговорот загрязняющих веществ в системе поверхностных и подземных вод предопределяет единство природоохранных и водоохранных мер и их нельзя разрывать. В противном случае, меры по охране подземных вод вне связи с мерами по защите других компонентов природной среды будут неэффективными.

Загрязнение водных экосистем представляет огромную опасность для всех живых организмов, и в частности для человека.

1. Пресноводные экосистемы. Установлено, что под влиянием загрязняющих веществ в пресноводных экосистемах отмечается падение их устойчивости вследствие нарушения пищевой пирамиды и ломки сигнальных связей в биоценозе, микробиологического загрязнения, эвтрофирования и других крайне не благоприятных процессов.

Ускоренная или так называемая техногенная эвтрофикация связана с поступлением в водоемы значительного количества биогенных веществ – азота, фосфора и других элементов в виде удобрений, моющих веществ, отходов животноводства.

Техногенное эвтрофирование весьма отрицательно влияет на пресноводные экосистемы, приводя к перестройке структуры трофических связей гидробионтов, резкому возрастанию биомассы фитопланктонов благодаря массовому размножению сине-зеленых водорослей, вызывающих «цветение» воды, ухудшающих её качество и условия жизни гидробионтов.

Помимо избытка биогенных веществ на пресноводные экосистемы губительное воздействие оказывают и другие загрязняющие вещества: тяжелые металлы, фенолы, СПАВ и др.

2. Морские экосистемы. Морские экосистемы подвергаются все большему техногенному воздействию посредством воздействия химических токсикантов, которые, аккумулируясь гидробионтами по трофической цепи, приводят к гибели консументов даже высоких порядков, в том числе и наземных животных.

Экологические последствия загрязнения морских экосистем выражаются в следующих процессах и явлениях (рис. 17):

- нарушений устойчивости экосистем;
- прогрессирующей эвтрофикации;
- появлений «красных приливов»;
- накоплений химических токсикантов в биоте;
- снижении биологической продуктивности;

- возникновении мутагенеза и канцерогенеза в морской среде;
- микробиологическом загрязнении прибрежных районов моря.

В то же время в океан продолжают поступать все новые и новые токсичные загрязняющие вещества. Все более острый характер приобретают проблемы эвтрофирования и микробиологического загрязнения прибрежных зон океана. В связи с этим важное значение имеет определение допустимого техногенного давления на морские экосистемы, изучение их ассимиляционной емкости как интегральной характеристики способности биогеоценоза к динамическому накоплению и удалению загрязняющих веществ.

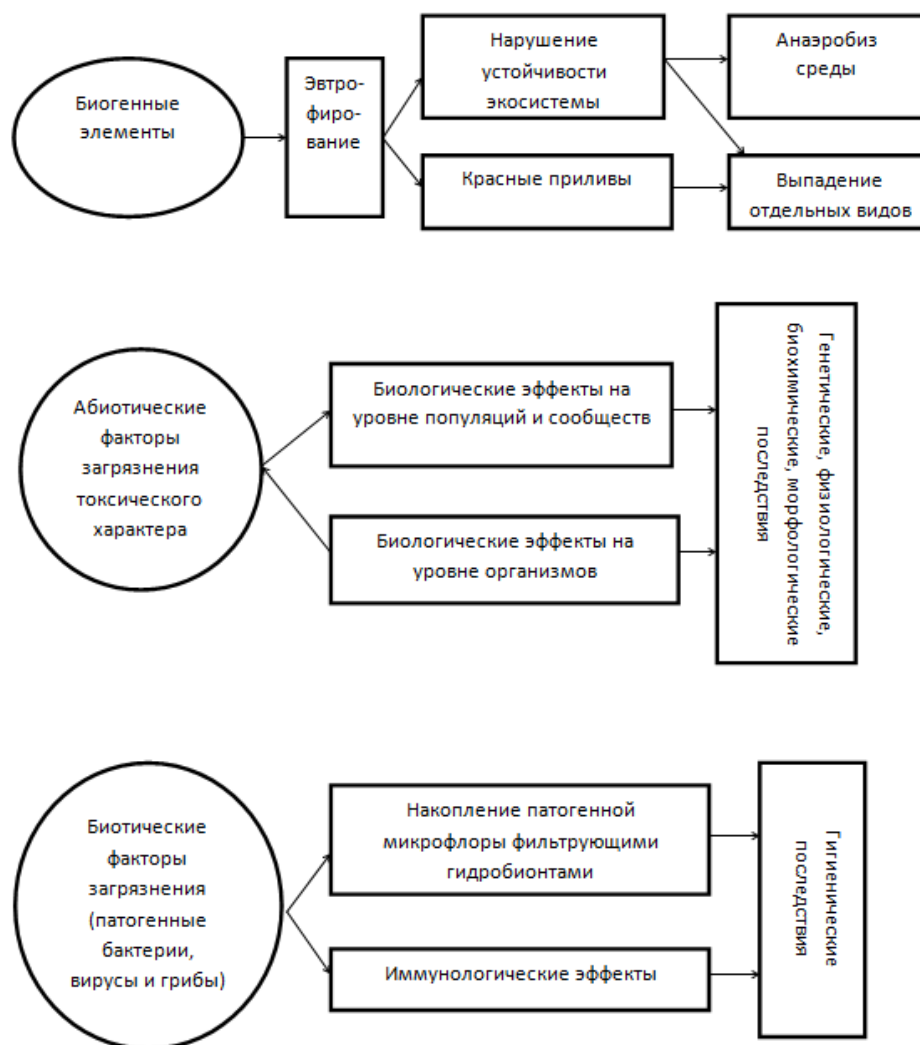


Рисунок 17. Экологические последствия загрязнения Мирового океана

На здоровье человека неблагоприятные последствия при использовании загрязненной воды, а также при контакте с ней (купание, стирка, рыбная ловля и др.) сказываются либо непосредственно при питье, либо в результате биологического накопления по длинным пищевым цепям типа: вода → планктон → рыбы → человек или вода → почва → растения → животные → человек и др.

В итоге происходит не только загрязнение, но и истощение поверхностных и подземных вод. Создание крупных водохранилищ коренным образом также преобразует окружающую среду на прилегающих территориях.

3.4 Воздействие на литосферу

Верхняя часть литосферы, которая непосредственно выступает как минеральная основа биосферы, в настоящее время подвергается все более возрастающему техногенному воздействию.

Экологическая функция литосферы выражается в том, что она является базовой подсистемой биосферы т. е. вся континентальная и почти вся морская биота опирается на земную кору.

Рассмотрим техногенные изменения следующих основных составляющих литосферы: почв, горных пород, недр.

3.4.1 Воздействие на почвы

Почва – один из важнейших компонентов окружающей среды. Все основные её экологические функции замыкаются на одном обобщающем показателе – почвенном плодородии. Отчуждая с полей основную (зерно, корнеплоды, овощи и др.) и побочный урожай (солома, листья, ботва и др.), человек размыкает частично или полностью биологический круговорот веществ, нарушая способность почвы к саморегуляции и снижает её плодородие. Даже частичная потеря гумуса и, как следствие, снижение плодородия, не дает почве возможность выполнять в полной

мере свои экологические функции, и она начинает деградировать. К деградации почв ведут другие причины, преимущественно техногенного характера.

Основные виды техногенного воздействия на почвы следующие:

- эрозия (ветровая и водная);
- загрязнение;
- вторичное засоление и заболачивание;
- опустынивание;
- отчуждение земель для промышленного и коммунального строительства.

Эрозия почв – разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов и подстилающих пород ветром (ветровая эрозия) или потоками воды (водная эрозия).

Эрозия оказывает существенное негативное влияние на состояние почвенного покрова и во многих случаях разрушает его полностью. Падает биологическая продуктивность растений, снижаются урожаи и качество зерновых культур и др.

Ветровая эрозия (дефляция) почв. Под ветровой эрозией понимают выдувание, перенос и отложение мельчайших почвенных частиц ветром. Огромное влияние на её развитие оказывают техногенные факторы.

Различают местную (повседневную) ветровую эрозию и пыльные бури. Первое проявляется в виде позёмок и столбов пыли при небольших скоростях ветра.

Пыльные бури возникают при очень сильных и продолжительных ветрах. Наиболее часто пыльные бури наблюдаются в засушливых районах (сухие степи, полупустыни, пустыни). Пыльные бури безвозвратно уносят самый плодородный верхний слой почв, негативно влияют на все компоненты окружающей среды, загрязняют атмосферный воздух, водоемы, отрицательно влияют на здоровье человека.

Водная эрозия почв (земель). Под водной эрозией понимают разрушение почв под действием временных водных потоков. Различают следующие формы водной эрозии: плоскостную, струйчатую, овражную, береговую. Основной причиной её развития является производственная и иная деятельность человека. Негативные техногенные факторы: уничтожение растительности и лесов, чрезмерный выпас скота, отвальная обработка почв и др.

Среди различных форм проявления водной эрозии значительный вред окружающей среде и в первую очередь почвам приносит овражная эрозия. Овраги уничтожают ценные сельскохозяйственные земли, способствуют интенсивному смыву почвенного покрова, создают густорасчлененный рельеф.

Загрязнение почв. Поверхностные слои почв легко загрязняются. Большие концентрации в почве различных химических соединений – токсикантов пагубно влияют на жизнедеятельность почвенных организмов. При этом теряется способность почвы к самоочищению от болезнетворных и других нежелательных микроорганизмов, что чревато тяжелыми последствиями для человека, растительного и животного мира.

Основные загрязнители почвы:

- пестициды (ядохимикаты);
- минеральные удобрения;
- отходы и отбросы производства;
- газодымовые выбросы загрязняющих веществ в атмосферу;
- нефть и нефтепродукты.

В настоящее время влияние пестицидов на здоровье населения многие ученые приравнивают к воздействию на человека радиоактивных веществ. Пестициды вызывают глубокие изменения всей экосистемы, действуя на все живые организмы.

Среди пестицидов наибольшую опасность представляют стойкие хлорорганические соединения (ДДТ, ГХБ, ГХЦГ). Попадая в организм

человека, пестициды могут вызвать не только быстрый рост злокачественных новообразований, но и поражать организм генетически, что может представлять серьезную опасность для здоровья будущего поколения.

Пестициды так же способны проникать в растения из загрязненной почвы через корневую систему, накапливаться в биомассе и в последствии заражать пищевую цепь.

Почвы загрязняются и минеральными удобрениями, если их используют в неумеренных количествах. Из азотных, суперфосфатных и других типов удобрений в почву в больших количествах мигрируют нитраты, сульфаты, хлориды и другие соединения. Большое количество нитратов снижает содержание кислорода в почве, а это способствует повышенному выделению в атмосферу двух «парниковых» газов – закиси азота и метана.

К интенсивному загрязнению почв приводят отходы и отбросы производства. Огромные площади земель заняты свалками, золотоотвалами, хвостохранилищами и др., которые интенсивно загрязняют почвы.

Огромный вред для нормального функционирования почв представляют газодымовые выбросы промышленных предприятий. Почва обладает способностью накапливать опасные для здоровья человека загрязняющие вещества, например тяжелые металлы.

Одной из серьезных экологических проблем России становится загрязнение земель нефтью и нефтепродуктами. Причины загрязнения – аварии на магистральных и внутрипромысловых нефтепроводах, несовершенство технологий нефтедобычи, аварийные и технологические выбросы и т. д.

Вторичное засорение и заболачивание почв. В процессе хозяйственной деятельности человек может усиливать природное засоление почв. Такое явление носит название вторичного засоления и

развивается при неумеренном поливе орошаемых земель в засушливых районах. Засоление почв ослабляет их вклад в поддержание биологического круговорота веществ. Исчезают многие виды растительных организмов, появляются новые растения галофиты.

Заболачивание почв наблюдается в сильно переувлажненных районах. Сопровождается деградационными процессами в биоценозах. Заболачивание ухудшает агрономические свойства почв и снижает производительность лесов.

Опустынивание. Одним из глобальных проявлений деградации почв является опустынивание. Опустынивание – это процесс необратимого изменения почвы и растительности и снижения биологической продуктивности, который в экстремальных случаях может привести к полному разрушению биосферного потенциала и превращению территории в пустыню. Основные факторы и причины развития опустынивания различны (рис. 18).

На территории, подверженной опустыниванию, ухудшаются физические свойства почв, гибнет растительность, засоляются грунтовые воды, резко падает биологическая продуктивность.

Отчуждение земель. Почвенный покров агроэкосистем необратимо нарушается при отчуждении земель и для нужд несельскохозяйственного пользования: строительство промышленных объектов, городов, поселков, для прокладки линейно-протяженных систем (дорог, трубопроводов, линий связи), при открытой разработке месторождений полезных ископаемых и т. д.

3.4.2 Воздействия на горные породы

В процессе инженерно-хозяйственной деятельности человека горные породы, слагающие верхнюю часть земной коры, в той или иной степени претерпевают сжатие, растяжение, сдвигание, водонасыщение, осушение,

вибрации и другие воздействия. При этом необходимо знать свойства твердых тел.



Рисунок 5. Основные факторы и причины развития опустынивания

К числу основных техногенных воздействий на породы относятся: статические и динамические нагрузки, тепловое воздействие, электрическое воздействие и др.

Статические нагрузки – наиболее распространенный вид техногенного воздействия на горные породы. Под действием статических нагрузок от зданий и сооружений, достигающих 2 МПа и более, образуется зона активного изменения горных пород. При этом наибольшие изменения наблюдаются: 1) в вечномерзлых льдистых породах, на участках залегания которых часто наблюдаются оттаивание, пучение и другие процессы; 2) в сильносжимаемых породах.

Динамические нагрузки. Вибрация, удары, толчки и другие динамические нагрузки типичны при работе транспорта, ударных и вибрационных строительных машин. Наиболее чувствительны к сотрясению рыхлые недоуплотненные породы (пески, торф и др.)

Другим видом динамических нагрузок являются взрывы, действие которых сходны с сейсмическими воздействиями. Горные породы разрушают взрывным способом при строительстве гидротехнических плотин, добычи полезных ископаемых и т. д. Очень часто взрывы сопровождаются нарушением природного равновесия – возникают оползни, обвалы и т. п.

Тепловое воздействие. Повышение температуры горных пород наблюдается при подземной газификации углей, в основании доменных и материнских печей и др. в зоне подземной газификации углей при температуре 1 000-1 600 °С породы спекаются, «каменеют», теряют свои первоначальные свойства.

Электрическое воздействие. Создаваемое в горных породах искусственное электрическое поле порождает блуждающие токи и поля, при этом изменяется электропроводность, электросопротивляемость и другие электрические свойства пород.

Динамическое, тепловое и электрическое воздействие на горные породы создает физическое загрязнение окружающей среды.

Массивы горных пород. Массивы горных пород, и в первую очередь их поверхностные толщи, в ходе инженерно-хозяйственного освоения подвергаются мощному техногенному воздействию.

При этом развиваются такие опасные ущербообразующие процессы, как оползни, карст, подтопление, просадочные процессы и др.

Оползни представляют собой скольжение горных пород вниз по склону под действием собственного веса грунта и нагрузки – фильтрационной, сейсмической или вибрационной. Оползни – частое явление на склонах долин рек, оврагов, берегов морей. Оползни нарушают устойчивость массивов горных пород, негативно влияют на многие другие компоненты окружающей среды (нарушение поверхностного стока, истощение ресурсов, подземных вод при их вскрытии, образование заболоченности и т. д.).

Карст – геологическое явление, связанное с растворением водой горных пород (известняков, доломита, гипса, каменной соли), образованием при этом подземных пустот и сопровождаемое провалом земной поверхности, получило название карст. Массивы горных пород, в которых развивается карст, называют закарстованными.

Хозяйственное освоение закарстованных массивов горных пород ведет к существенному изменению природной среды. Карстовые процессы заметно оживляются: образуются новые провалы, воронки, колодцы и др.

Подтопление. В настоящее время под подтоплением понимают любое повышение уровня грунтовых вод до критических величин (менее одного–двух метров от поверхности земли).

Подтопление территории весьма негативно влияет на природную среду. Массивы горных пород переувлажняются и заболачиваются. Активизируются оползни, карст и другие неблагоприятные процессы. В лессовых глинистых грунтах возникают просадки, в глинах – набухание.

Просадка в лессовых грунтах приводит к резкой неравномерной осадке, а набухание в глинах – к неравномерному подъему зданий и сооружений.

Причины подтопления разнообразны, но практически всегда связаны с деятельностью человека - это утечки воды из подземных водонесущих коммуникаций, засыпка естественных дренажей – оврагов, асфальтирование и застройка территорий и др.

Многолетняя мерзлота – породы северной части Земли, находящиеся постоянно при температуре ниже 0°C, называется вечномёрзлыми. На территории нашей страны вечномёрзлые породы занимают около 64 % всей площади.

Техногенез оказывает существенное влияние на экосистемы Севера: нарушается почвенно-растительный слой, изменяется рельеф, режим снежного покрова, возникают болота, нарушаются взаимосвязи и взаимодействия экосистем.

При этом значительно загрязняется атмосфера, гидросфера и литосфера Севера. В первую очередь уменьшается итак небольшое разнообразие организмов. Движение машин, тракторов и других видов транспорта разрушает покров из мха, лишайников и др., что приводит к резкому снижению устойчивости экосистем. Массовую гибель лишайников вызывает малейшее загрязнение воздуха диоксидом серы (рис. 19).

Эндогенные геодинамические процессы – землетрясение и вулканизм – вызывают весьма значительные смещения в массивах горных пород в земной коре, уничтожают животный и растительный мир, приводят к многочисленным, катастрофическим человеческим жертвам и другим тяжелым экологическим последствиям.



Рисунок 6. Основные особенности природных экосистем Севера

3.4.3 Воздействие на недра

Недрами называют верхнюю часть земной коры, в пределах которой возможна добыча полезных ископаемых. Экологические и некоторые другие функции недр как природного объекта достаточно многообразны. Являясь естественным фундаментом земной поверхности, недра активно влияют на окружающую природную среду. В этом заключается их главная экологическая функция (рис. 20).

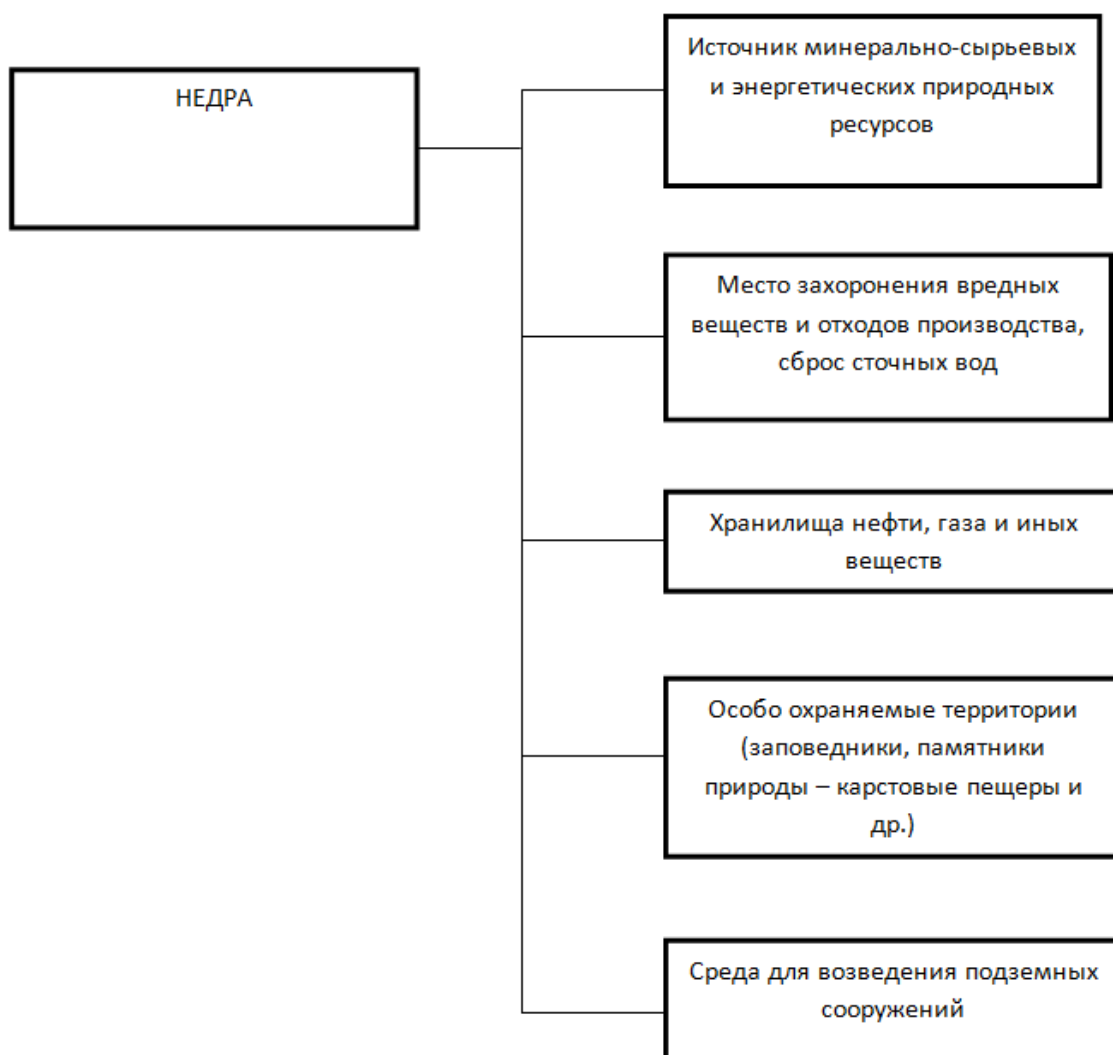


Рисунок 20. Экологические и другие функции недр

Основное природное богатство недр – минерально-сырьевые ресурсы, т.е. совокупность полезных ископаемых, заключенных в них. Добыча (извлечение) полезных ископаемых с целью их переработки – главная цель пользования недрами. Только за один год в нашей стране извлекают и перерабатывают около 150 млрд т горных пород.

С другой стороны, разработка недр оказывает вредное воздействие практически на все компоненты окружающей среды и её качества в целом (рис. 21).

Нет в мире другой отрасли хозяйства, которую можно было бы сравнить с горнодобывающей промышленностью по силе негативного воздействия на природные экосистемы.

Окружающая среда испытывает значительные негативные изменения и при транспортировке минерального сырья, его переработке, строительстве горнорудных предприятий, подземных сооружений и т. д.

Горнодобывающая промышленность оказывает на природу наиболее сильное воздействие.

Горные работы, связанные с добычей полезных ископаемых, подземным строительством и эксплуатацией подземных сооружений, приводят к образованию и длительному существованию свободного подземного пространства, влияние которого на окружающую среду трудно переоценить.

Загрязнение окружающей среды происходит на всех стадиях производственного цикла: геологической разведки, добыче полезных ископаемых, переработке руд, ликвидации отходов технологического передела, эксплуатации подземных промышленных объектов. При этом загрязняющие продукты можно разделить по следующим группам (табл. 16):

- 1) по выбросам горных предприятий (воздействующих на поверхность земли, леса, воды, атмосферу, недра, социальную среду);
- 2) по фазовому составу выбросов (жидкие, твердые, газообразные);
- 3) по физическим свойствам (механические, тепловые, радиационные, акустические и др.);
- 4) по степени воздействия (агрессивные и неагрессивные);
- 5) по свойствам суммации (способность к вступлению в химические реакции с элементами природной среды, в том числе с образованием новых загрязняющих веществ);
- 6) по свойствам накопления (или не накопления) в природных средах.

Наиболее распространенными изменениями природной среды являются:

- изменения ландшафта урбанизированных территорий, сельскохозяйственных и горнодобывающих районов, деформирование поверхности Земли в результате откачки вод, добычи жидких, газообразных и твердых полезных ископаемых, подработки территории подземными сооружениями;

- подъем уровня грунтовых вод и подтопление территорий при строительстве водохранилищ, орошении земель, при добыче, например, угля, при планировке территории с изменением естественных водоразделов и несущей способности грунтов;

- изменение гидродинамического режима, загрязнение подземных и поверхностных вод в результате водозабора, перераспределение стоков, сброса жидких отходов;

- активизация деформационных процессов (оползни, сели), эрозия почвы, повышение сейсмичности территорий;

- изменение напряженно-деформированного состояния и температурного поля массива горных пород.

В целом эти изменения могут привести к необратимым изменениям естественного геологического, гидрогеологического, геомеханического, теплового, геохимического, радиационного и биологического равновесия.

Если раньше охрана окружающей среды предполагала разработку и реализацию мероприятий только защитного характера, то теперь уровень развития производства требует расширения этого понятия с включением в него и планового управления природными ресурсами. Результаты воздействия горного производства на окружающую среду приведены в таблице 17.

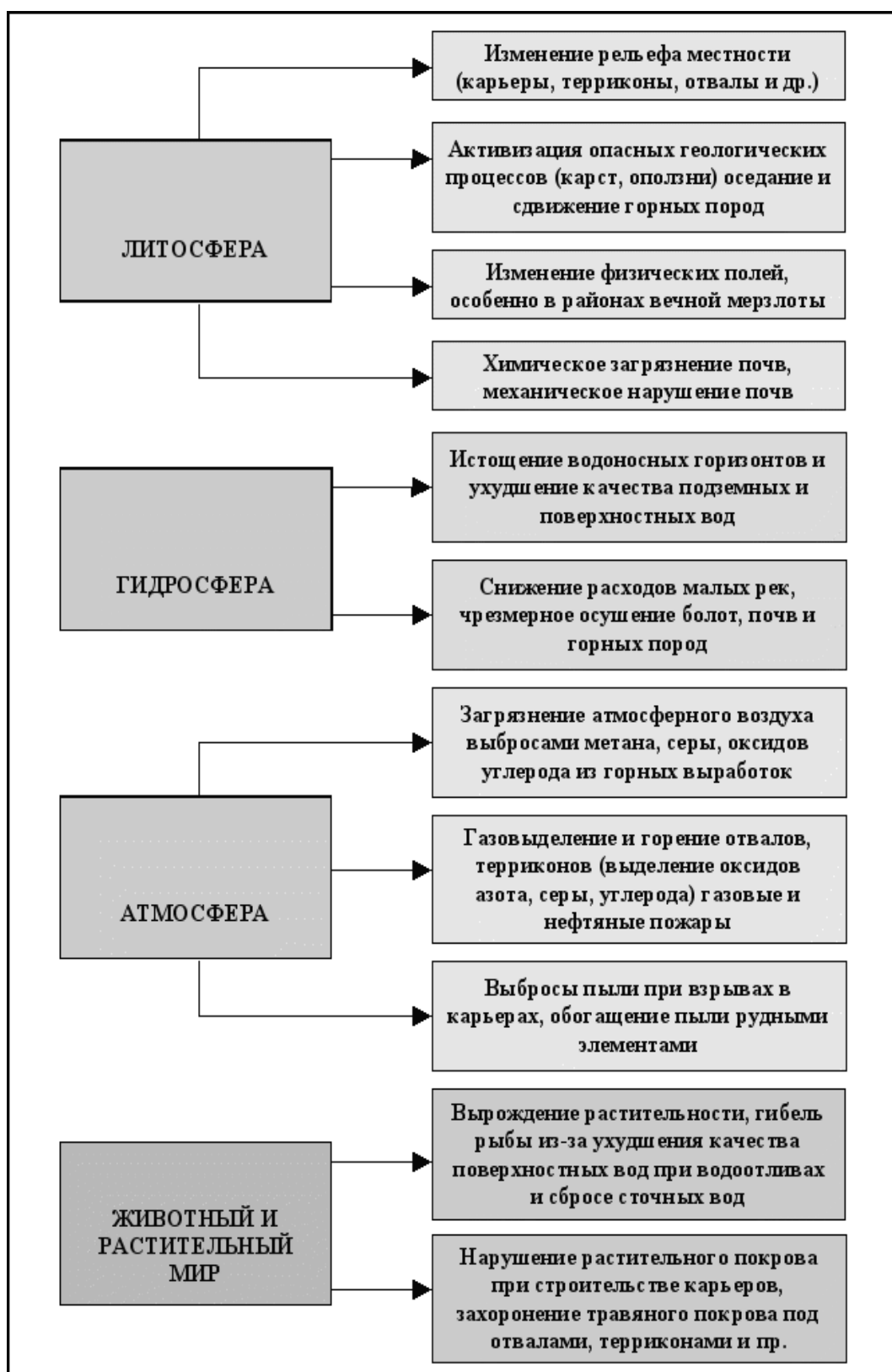


Рисунок 21. Экологические последствия разработки недр

Таблица 16. Структура основных загрязнений окружающей среды в зоне действия горных предприятий

Стадии освоения месторождения	Элементы природной среды			
	недра	литосфера	гидросфера	атмосфера
Геологическая разведка	Незначительное нарушение структуры недр	Нарушение земель	Загрязнение поверхностных вод	Акустическое, механическое, незначительное химическое
Добыча полезных ископаемых	Нарушение структуры недр	Нарушение земель	Нарушение баланса подземных и поверхностных вод	Акустическое, механическое, химическое
Обогащение	-	Отторжение земель	Механическое, химическое, тепловое	Шумовое, тепловое, механическое, химическое
Металлургия	-	Отторжение земель	Механическое, химическое, тепловое	Шумовое, тепловое, механическое, химическое
Утилизация отходов	-	Отторжение земель	Механическое, химическое, тепловое	Шумовое, тепловое, механическое, химическое
Складирование отходов	-	Отторжение земель	Механическое, химическое,	Механическое, химическое, тепловое
Транспортирование сырья и отходов	-	Отторжение земель	-	Механическое, акустическое

Важнейшей стороной проблемы взаимодействия горного производства с окружающей средой в современных условиях является все более усиливающаяся обратная связь, т. е. влияние условий окружающей среды на выбор решений при проектировании, строительстве горных предприятий и их эксплуатации: способ осушения месторождения, вид рекультивации, способ отбойки руды, размещение внешних отвалов и т. п. (рис. 22, 23).

К техногенным источникам загрязнения относятся: автомобильный, железнодорожный и воздушный транспорт, тепловые (40 % выбросов) и энергетические установки, промышленные предприятия, города.

Газообразные выбросы образуют в атмосфере соединения углерода, серы и азота, которые затем частично растворяются в Мировом океане, где концентрация, например, углекислого газа в 60 раз выше, чем в воздухе, и поглощающая способность океана постепенно уменьшается. Повышение концентрации углекислого газа в атмосфере приводит к бурному росту растительности, но, к сожалению, зеленый покров планеты постепенно сокращается и углекислота не расходуется, а накапливается, тепловой баланс планеты нарушается, льды тают.

Таблица 17. Воздействие горного производства на окружающую среду

Элементы биосферы	Воздействие	Результаты воздействия
Водный бассейн: Подземные воды	Осушение месторождений, сброс сточных и дренажных вод	Уменьшение запасов вод, нарушение гидрологического режима
Поверхностные воды	Осушение и перенос водоемов и водостоков, сброс сточных и дренажных вод, водопотребление	Загрязнение водного бассейна сточными и дренажными водами
Воздушный бассейн	Выбросы в атмосферу пыли и газов	Загрязнение (запыление и загазовывание) атмосферы
Почва	Проведение горных выработок, сооружение отвалов, хвостохранилищ, строительство зданий, сооружений, дорог	Деформации земной поверхности, нарушение почвенного покрова, сокращение площадей сельскохозяйственных угодий, загрязнение почвы, эрозия
Флора и фауна	Строительство зданий, сооружений, дорог, вырубка лесов, загрязнение почвы, воды, воздуха, шум	Ухудшение условий обитания, миграция и сокращение численности, видов живых организмов, снижение урожайности сельскохозяйственных угодий, продуктивности животноводства, рыбного и лесного хозяйства

Недра	Проведение горных выработок, извлечение полезных ископаемых, вмещающих и вскрышных пород, осушение и затем обводнение месторождений, возгорание полезных ископаемых и пород, захоронение вредных веществ, сброс сточных вод.	Изменение напряженно-деформированного состояния массива, снижение качества полезных ископаемых, ценности месторождения, загрязнение недр, сдвигание и обрушение
-------	--	---

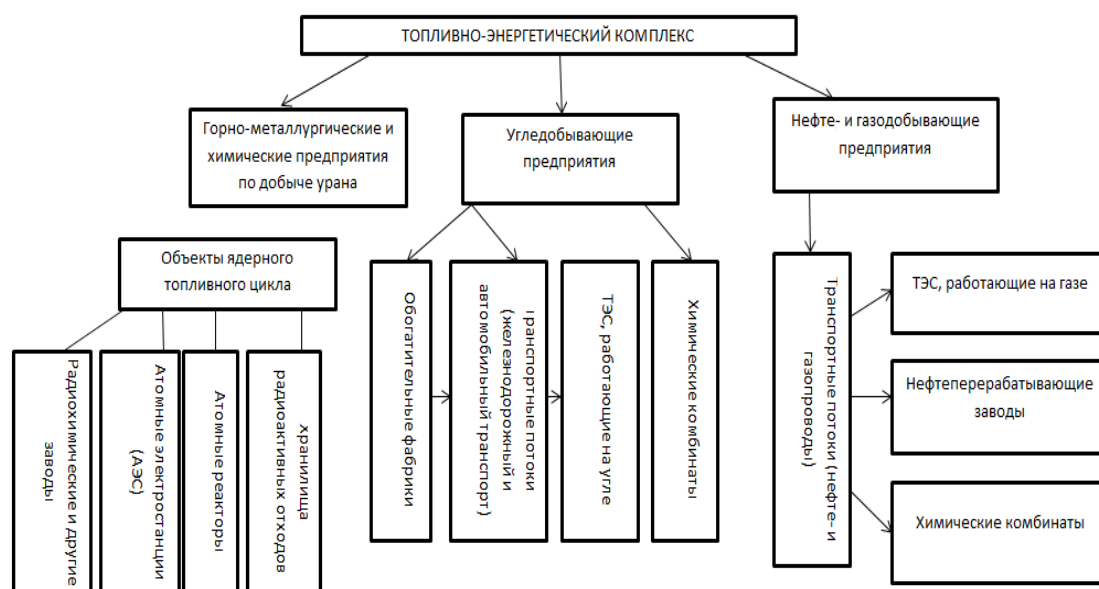


Рисунок 22. Структура горнодобывающего предприятия

Максимальное загрязнение воздуха происходит в забое горной выработки (на открытых работах – в рабочей зоне, пространстве высотой до 2 м над уровнем площадки) при бурении шпуров и скважин, проведении взрывных работ, вторичном дроблении, погрузке, грохочении и транспортировке горной массы.

Главными ядовитыми примесями рудничного воздуха являются:

Оксид углерода CO – газ без цвета, вкуса и запаха, образуется в шахтах при взрывных работах, рудничных пожарах, тлении горючих веществ, взрывах метана и угольной пыли, работе двигателей внутреннего

сгорания. Вызывает кислородное голодание человека и быстрое отравление организма.

Сероводород H_2S – газ без цвета, сладковатым вкусом и запахом тухлых яиц, весьма ядовит. Появляется в шахтах в результате гниения древесины, разложения шахтными водами серосодержащих пород (гипс, сернистый колчедан и др.), выделяется из пластов калийных и других солей, из водных минеральных источников, пересекаемых выработками, а также образуется при горении огнестойкого шнура.

Диоксид SO_2 – бесцветен, обладает кисловатым вкусом и сильно раздражающим запахом, напоминающим запах горения серы. Сернистый газ образуется при взрывных работах в серосодержащих породах, из сульфидных пород, угля, иногда засасывается с поверхности, если вблизи расположены ж/д депо, горящие отвалы пустых пород.

Диоксид азота NO_2 – газ без вкуса красно-бурого цвета с характерным чесночным запахом, чрезвычайно ядовит.

Выхлопные газы – состоят из многих компонентов, образуются при неполном сжигании топлива – окислении серы, разложении сложных эфиров смазочных масел и т. п.

Метан (CH_4) – газ без цвета, вкуса и запаха, сильно горюч и взрывоопасен (в сочетании с пылью). Максимальная метаноносность угольных пластов зависит от степени метаморфизма, величины природного давления метана и достигает 30-45 $\text{м}^3/\text{т}$ угля (на средних и больших глубинах в Кузнецком, Карагандинском и Донецком бассейне). По величине относительной газообильности оценивают категорию угольных и сланцевых шахт по газу (I категория – при относительной метанообильности более 5 $\text{м}^3/\text{т}$). В среднем 1 т добытого угля сопровождается выделением 13,5 м^3 метана и 8,2 м^3 углекислого газа.

При разработке некоторых месторождений в атмосферу могут выделяться газообразные радиоактивные вещества, основным из которых является радон, образованный при распаде радия.

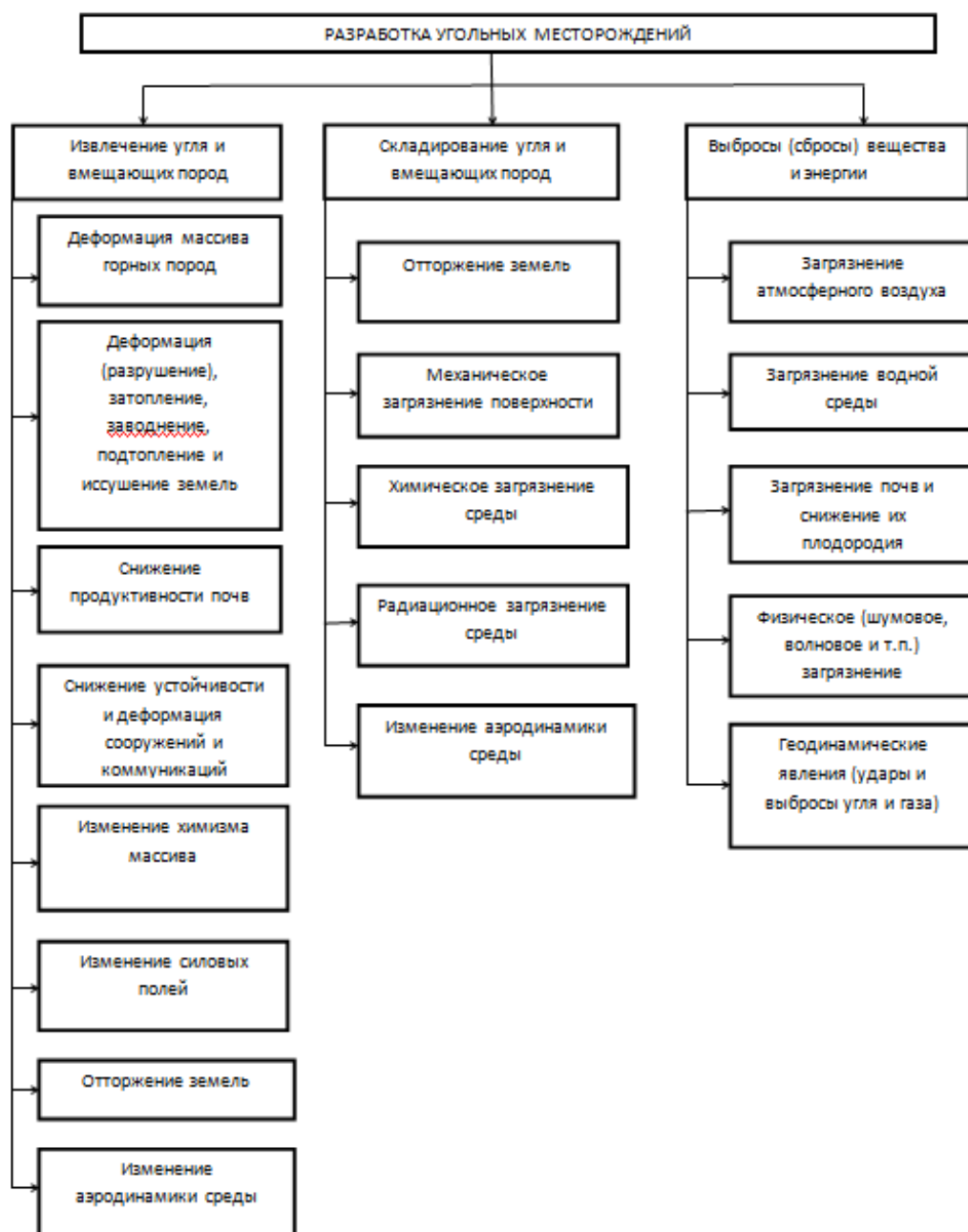


Рисунок 23. Негативные последствия угледобывающего производства

3.5 Радиационное воздействие

В области радиации используют следующие основные понятия:

Радиация – излучение: ионизирующее, солнечное.

Радиационный – относящийся к радиации, которую изучает ряд наук:

– **радиационная химия** – наука о химических изменениях веществ под воздействием ионизирующих излучений;

– **радиационная физика** – наука о физических процессах под воздействием ионизирующих излучений;

– **радиационная генетика** – раздел генетики, изучающий наследственные изменения (мутации) организмов в результате воздействия на них ионизирующих излучений;

– **радиационные пояса** – области околопланетного пространства, в которых магнитное поле планеты удерживает заряженные частицы (электроны, протоны) с высокой кинетической энергией; существует у Земли и у других планет.

Радиоактивность – радиоактивный распад – самопроизвольное превращение неустойчивых атомных ядер в ядра других элементов, сопровождающееся испусканием ядерных излучений:

– **альфа-излучение (α -излучение)** – поток положительно заряженных частиц, представляющих собой ядро гелия (альфа-распад);

– **бета-излучение (β -излучение)** – поток отрицательно заряженных частиц-электронов;

– **гамма-излучение (γ -излучение)** – это коротковолновое электромагнитное излучение; оно обладает огромной энергией, чрезвычайно велика их проникающая способность и распространяется со скоростью близкой к скорости света.

При некоторых ядерных реакциях образуются потоки нейтрально заряженных частиц – нейтронов.

Радиоактивные – обладающие свойствами радиоактивности вещества:

– **радиоактивные элементы** – химические элементы до В₁-83, все изотопы которых радиоактивны – полоний 84 и все стоящие после него элементы в Периодической системе Д. И. Менделеева;

– **радиоактивные отходы (РАО)** – продукты, образующиеся в ядерных реакторах и при работах с радиоактивными веществами, содержащие радионуклиды в количествах, превышающих нормы радиационной безопасности;

– **радиоактивные осадки** – частицы, выпадающие на поверхность земли или воды, содержащие радиоактивные вещества, образующиеся в результате ядерного взрыва или технологических, аварийных выбросов объектов ядерной техники.

Основная характеристика радиоактивности – период полураспада; единицей радиоактивности является беккерель.

Радиолиз – распад химических веществ под воздействием ионизирующих излучений.

Радиология – раздел медицины, изучающий теорию и практику использования ионизирующих излучений для диагностики и лечения заболеваний.

Радионуклид – нуклид (общее название атомов, содержащих в ядре, разное число протонов и нейтронов), ядро которого способно к радиоактивному распаду.

Нуклон – общее название протонов и нейтронов, содержащихся в атомном ядре.

Трансмутация – превращение радиоактивных химических элементов в нерадиоактивные под воздействием электромагнитных (температурных), биологических (бактериальных), резонансных (колебательных) и других полей путем присоединения или отдачи электронов, протонов и нейтронов.

С каждым годом человечеству необходимо все больше энергии. Сейчас мы получаем её в основном за счет сжигания органического топлива: нефти, угля и газа. Но углеродные богатства не вечны. Поэтому сегодня человеческая цивилизация полностью зависит от ископаемого топлива в виде нефти, углеродного газа и угля. В целом Мир потребляет

около 14 трлн Вт, из которых 33 % приходится на нефть, 25 % - на уголь, 20 % - на газ, 7% - на атомную энергетику, 15 % - на биотопливо и гидроэнергию и лишь 0,5 % -на солнечную энергию и другие возобновляемые её виды. При этом запасы органической энергии истощаются и поэтому атомная энергетика будет выходить на ведущее место среди солнечной и водородной энергетики [19].

Атомной энергетике принадлежит большое будущее. Несмотря на аварии на АЭС (на Тримайл-Айленд в США в 1979г., Чернобыле в России в 1980г и Фукусиме-1 в Японии в 2011 г.) их строительство продолжается в России, Франции, Китае, Индии, Иране, хотя строительство АЭС в США и Германии прекращено. Доля атомной энергии в общем объеме вырабатываемой энергии многих развитых стран составляет весьма большую величину, особенно во Франции (79 %), Швеции (43 %), Южной Корее (43 %), Японии (32%). Это, прежде всего страны, бедные традиционными энергоресурсами. В России в настоящее время действует 31 реактор с установленной мощностью более 22 млн кВт. При этом образуется радиация. Вообще, радиация подразделяется на природную, образованную природой и техногенную, созданную человеком [7, 20].

Природная радиация – это естественное радиационное поле Земли, которое существует на поверхности и в приповерхностной части литосферы и образуется за счет излучения радионуклидов, входящих в состав горных пород и радиоактивными газами – радоном-222 и радоном 220 (тороном). В разных частях поверхности Земли естественный фон изменяется в пределах от 2 до 20 мЗв. Радиационное излучение выше этого уровня является мутагенным фактором.

Фоновое значение ионизирующего излучения составляют 0,3-2,2 мЗв/год, а предельно допустимые – 50 мЗв/год. Следовательно, абсолютно всё на Земле радиоактивно в различных пределах под воздействием существующей радиации Вселенной.

Техногенная радиация образуется при получении атомной энергии за счет энергии распада ядер радиоактивных элементов на АЭС (ядерная энергетика) и ядерных реакций синтеза элементов в ядерных реакторах (термоядерная энергетика).

Если в данное время всю ядерную энергетику получают на атомных электростанциях (АЭС), то термоядерная энергетика находится еще только в проекте при строительстве первого термоядерного реактора - ИТЭР.

Но, термоядерная энергетика (ядерные реакции синтеза) широко распространены во Вселенной. Так, Солнце представляет собой термоядерный реактор, где водород превращается в гелий за счет гравитационных сил притяжения. На Земле термоядерный синтез происходит в водородных бомбах за счет встроенных урановых бомб. В морской воде содержится 0,1 % дейтерия (изотопа водорода), использование которого позволило бы обеспечить человечество энергией примерно на 5 млн лет.

Радиоактивность веществ обусловлена наличием в их составе радиоактивных изотопов, обладающих способностью самопроизвольно распадаться во времени. Распад ядер радиоактивных элементов происходит тремя основными путями:

- при альфа-распаде выделяется атом с образованием ядра элемента, стоящего на два номера ниже в периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева;
- при бета-распаде ядро испускает электрон с образованием элемента, стоящего на один номер выше в периодической системе;
- при гамма-распаде происходит излучение фотонов, ядро теряет энергию, но химический элемент не видоизменяется.

В целом теплотворная способность ядерного топлива в 2 млн раз выше органического топлива, т. е. 1 г урана равен 2 т угля.

Стадии ядерного топливного цикла (ЯТЦ) включают следующие взаимосвязанные производства: добычу урановой руды, её переработку с

получением урановых концентратов и гексафторида урана; разделение изотопов (обогащение) урана; изготовление ТВЭЛов; регенерацию отработанного ядерного топлива на радиохимических заводах, хранение, отработку и захоронение отходов высокой и низкой удельной активности; транспортировку топлива и радиоактивных отходов между различными предприятиями ЯТЦ (рис. 24) [5].

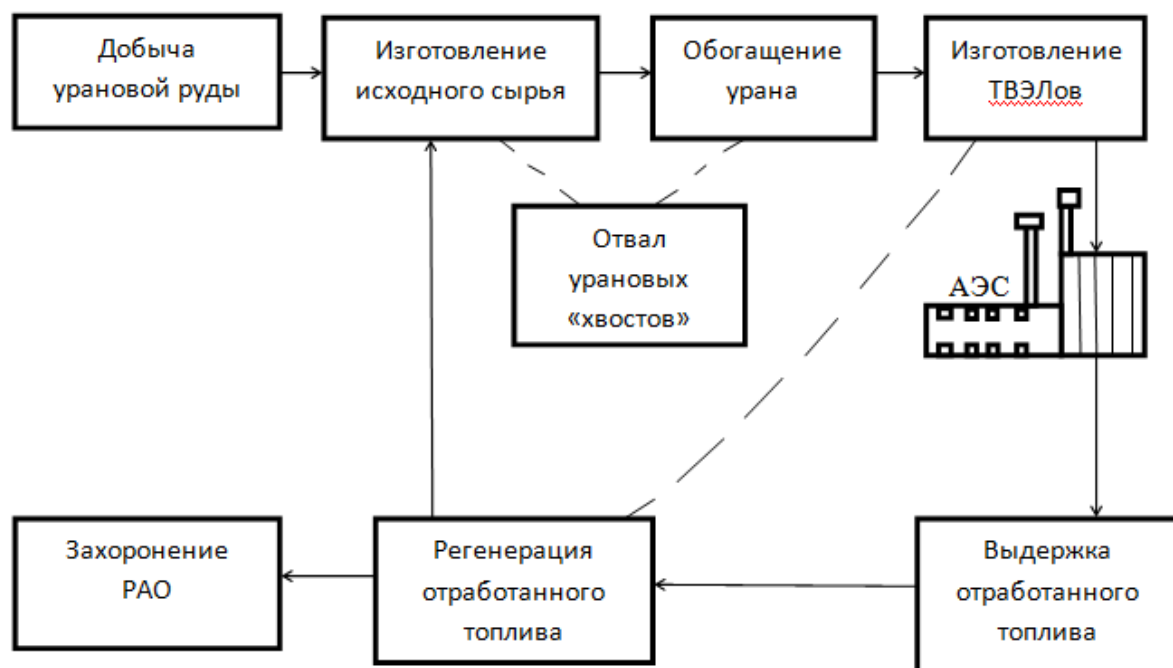


Рисунок 24. Основные технологические этапы получения и использования атомной энергии

В урановой руде содержится всего лишь 0,1-0,7 % урана. Поэтому главная проблема в получении атомной энергетики – это получение большого количества урановой руды и её очищение. Очистить – это значит разделить уран – 238 (составляющий в природном уране 99,3 %) и урана – 235 (содержание в природном уране всего 0,7 %).

На первом уровне разделение двух изотопов урана осуществляли по очень трудоемкой технологии газовой диффузии: сначала уран превращали в газ, а затем очищали (разделяли) на многослойных фильтрах, трубках и мембранах. Но сегодня по технологии газовой диффузии получают только 33 % мирового обогащенного урана.

На втором уровне обогащенный уран получают по технологии ультрацентрифугирования – применяют ультрацентрифуги с капсулами ураном со скоростью в 100 тыс. оборотов в минуту. Постепенно уран-238 оседает на дно капсулы, а сверху – оседает уран-235. На сегодняшний день методом ультрацентрифугирования очищают 54 % урана.

На третьем уровне нового поколения применяют технологию лазерного обогащения, более эффективную и дешовую, чем технология ультрацентрифугирования. Оптимальный лазерный луч выбивает электроны из оболочек атомов урана-235 и не оказывает никакого влияния на атомы урана-238. После этого ионизированные атомы урана-235 отделяют от нейтральных атомов урана-238 электромагнитным полем. Ведь 30 % стоимости уранового топлива приходится на процесс его обогащения. При этом технология лазерного обогащения позволяет минимизировать объемы атомных объектов вплоть до ручных чемоданов.

Переработка ОЯТ является наиболее опасной частью ядерного цикла, поскольку около 90 % продуктов деления попадает в высокоактивные отходы (10^6 - 10^{13} Бк/л). По этой причине радиохимические заводы признаны самыми опасными объектами ЯТЦ.

Радиохимические заводы (РХЗ) расположены на Урале – Озерск (Челябинск-40), в Южной Сибири – Железногорск (Красноярск-26), Северске (Томск-7).

В России на АЭС приходится около 15 % электроэнергии за счет распада ядер. Ядерная энергетика развивается на базе Белоярской АЭС, с новым энергоблоком 4-го поколения: на быстрых нейтронах и свинцовым теплоносителем, т. е. энергоблок в 10 раз эффективнее реакторов на тепловых нейтронах. Преимущество энергоблока 4-го поколения – это технология замкнутого энергетического цикла, что позволяет использовать отходы атомной энергетике в качестве топлива для ядерных реакторов – они могут работать на одной загрузке топлива до 15 лет.

Однако основным недостатком атомной энергетики является образование высокоопасных радиоактивных отходов (РАО).

Кроме того АЭС оказывают сильное тепловое воздействие на окружающую среду – сброс тепла от АЭС в 1,5-1,8 раза больше, чем от ТЭС. Продолжительность работы АЭС составляет 40-50 лет, после чего требуется полный её демонтаж, зданий, сооружений и рекультивация почвы. Большинство АЭС в России уже выработали свой срок.

Происходит непрерывное облучение близживущего населения, растений и животных малыми дозами радиации и загрязнение среды радионуклидами.

Весьма опасные для человека долгоживущие радионуклиды ядерного цикла стронций-90 и цезий-137, будучи по химическим свойствам эквивалентными соответственно кальцию и калию, легко усваиваются растениями и животными. Как следствие, их концентрация в некоторых сельскохозяйственных растениях на один-два порядка превышает концентрацию в зараженной почве.

Существует необходимость длительного хранения на территории АЭС ядерного топлива, а затем переработки и захоронения высокотоксичных РАО.

При расщеплении урана возникает огромное количество отходов, которые сохраняют радиоактивность от тысячи до десятков миллионов лет. Так, стандартный 1 000-мегаватный реактор за год производит около 30 тонн высокоактивных атомных отходов.

Коэффициент полезного действия (КПД) использования ядерного реактора составляет менее 3-5 %, а остальное – 95-97 % идет в отходы [5].

Первоначально в России и США радиоактивные отходы сбрасывали в океан или хоронили в неглубоких обычных и соленых шахтах или в геологических разломах. Но затем захоронение РАО в океанах было запрещено из-за нестабильности контейнеров.

В течение последующих 25 лет США потратили 9 млрд долл. на проектирование и строительство гигантского центра по глубокому захоронению отходов Юкка-Маунти в штате Невада, но в 1982 г. финансирование этого проекта было прекращено.

Следовательно, важнейшая экологическая проблема ликвидации РАО прочно выходит на первое место. Её решение возможно пятью технологиями ликвидации РАО: утилизации, захоронения, трансмутации (нейтрализации), биобактериальными и резонансными.

Технологии утилизации РАО не решают экологическую проблему, а переносят из одной области в другую.

К настоящему времени выработаны следующие технологии захоронения РАО:

1) для больших количеств высокоактивных отходов – концентрирование и последующее хранение (посредством остекловывания, бетонирования и последующего складирования в глубоких шахтах);

2) для небольших количеств высокоактивных РАО – извлечение долгоживущих изотопов с высокой токсичностью (ядовитостью) перед удалением остаточной активности;

3) для отходов средней степени активности – хранение (например, в специальных бассейнах под водой) по достижению распада короткоживущих изотопов и последующее рассеивание в той или иной среде;

4) для относительно небольших количеств слабоактивных отходов – разбавление (например, водой) и последующее рассеивание в воде морей и океанов. Нет нужды говорить о том, что последний способ экологически опасен.

Существуют и другие, в том числе экзотические (например, выброс РАО в космос) способы хранения радиоактивных отходов. Все они сложны и дорогостоящи. При любом способе хранения РАО должны быть и изолированы от биохимического круговорота элементов в биосфере.

Поэтому, одной из основных экологических проблем в области технологий гражданской безопасности является разработка технологий ликвидации радиоактивных отходов (РАО), оказывающих наибольшее влияние на окружающую среду в течение длительного периода. Однако эти технологии разработаны недостаточно.

Радиоактивные отходы (РАО) – это твердые, жидкие и газообразные продукты ядерной энергетики, военных производств, здравоохранения и других промышленных производств, в которых содержание радионуклидов (ядер атомов, способных к радиоактивному распаду) превышает нормы радиационной безопасности. Радиация (излучение) оказывает резкое влияние на гибель клеток и всего организма.

Таблица 18. Характеристики ионизирующего излучения

Величина	Система единиц СИ	Внесистемная единица	Соотношение между единицами
Активность	Беккерель (Бк), равен одному распаду в секунду	Кюри (Ки), равно $3,7 \times 10^{10}$ распадов в секунду	$1 \text{ Ки} = 3,7 \times 10^{10} \text{ расп/с} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Бк}$
Экспозиционная доза	Кулон на килограмм (Кл/кг) – экспозиционная доза фотонного излучения, при которой корпускулярная эмиссия в сухом воздухе массой 1 кг производит ионы, несущие заряд каждого знака, равный 1 Кл	Рентген (Р) -доза фотонного излучения, при которой корпускулярная эмиссия, возникающая в 1 см^3 воздуха, создает ионы, несущие 1 СГСЕ количества электричества каждого знака	$1 \text{ Кл/кг} = 3,38 \times 10^3 \text{ Р}$ $1 \text{ Р} = 2,58 \times 10^{-4} \text{ Кл/кг}$
Поглощенная доза	Грэй (Гр) соответствует поглощенной энергии 1 Дж ионизирующего излучения любого вида, переданной облученному веществу массой 1 кг	Рад (рад) соответствует поглощенной энергии 100 эрг на 1 г вещества	$1 \text{ Гр} = 1 \text{ Дж/кг} = 10^4 \text{ эрг/г} = 100 \text{ рад}$

Эквивалентная доза	Зиверт (Зв) – эквивалентная доза любого вида излучения, поглощенная в 1 кг биологической ткани, создающая такой же биологический эффект, как и поглощенная доза в 1 Гр фотонного излучения	Бэр (бэр) – энергия любого вида излучения, поглощенная в 1 г ткани, при которой наблюдается тот же биологический эффект, что и при поглощенной дозе в 1 рад фотонного излучения	$1 \text{ Зв} = 100 \text{ бэр}$ $1 \text{ бэр} = 1 \times 10^{-2} \text{ Зв} = 10 \text{ мЗв}$
--------------------	--	---	--

По удельной активности РАО подразделяют на низкоактивные ($<0,1 \text{ К}_u/\text{м}^3$), среднеактивные ($0,1\text{-}1000 \text{ К}_u/\text{м}^3$) и высокоактивные ($>1000 \text{ К}_u/\text{м}^3$).

Оценка действия ионизирующей радиации на живые организмы производится в двух видах единиц: либо в греях (Гр), то есть поглощенной дозой, либо в зивертах (Зв), то есть эффективной эквивалентной дозой. Однако для компонентов литосферы наиболее часто используют так называемые внесистемные единицы: кюри (К_u) и рентген (Р) (табл. 18) [20].

Для России установлено пороговое значение среднегодовой эффективной эквивалентной дозы облучения в 1 мЗв ($0,1 \text{ бэр}$), которому соответствует плотность радиоактивного загрязнения почв и пород Cs-137 в $0,1 \text{ К}_u/\text{м}^3$. Ниже этих значений для населения не требуется ограничений – это означает удовлетворительное состояние эколого-геологических условий. Соответственно, превышение этих норм означает необходимость введения особых защитных мероприятий: отселение населения, запрещение постоянного проживания, введение льготного социально-экономического статуса.

Атомная энергетика вырабатывала в конце XX века около 17 % производимой в мире электроэнергии. В 31 стране в эксплуатации находилось 437 ядерных реакторов и ещё 39 строилось. Наибольшее

количество ядерных реакторов находится в США-110, во Франции - 56, Японии - 53, в России - 36, в Англии -35.

Все стадии ядерно-топливного цикла – добыча урановой руды, её обогащение, изготовление тепловыделяющих элементов, производство энергии, регенерация топлива и захоронение радиоактивных отходов (РАО) – связаны с попаданием радиоактивных веществ в окружающую среду. При работе АЭС основным загрязнителем являются выбросы газообразных продуктов деления: трития ^3H , радиокриптона ^{86}Kr , радиоксенона ^{133}Xe и радиоуглерода ^{14}C (в форме $^{14}\text{CO}_2$). При этом радиационный фон от АЭС составляет около 0,17 мкЗв, а от работы ТЭЦ – в 12 раз выше (около 2,0 мкЗв). В отработанном топливе ТЭЦ накапливается плутоний и другие трансурановые изотопы.

В странах накопилось огромное количество РАО – более 200 млрд т.

Так, в России суммарная активность незахороненных отходов составляет 4,0 млрд. Ки, что равняется 90 Чернобылям. По прогнозам МАГАТЭ в начале XXI века из-за превышения срока работы (более 30 лет) будет демонтированы 65 ядерных реакторов АЭС и 260 других ядерных устройств. При их демонтаже потребуется обезвредить огромное количество низко активных отходов и обеспечить захоронение более 100 тыс.т высокоактивных. Накопление радиоактивных отходов в российском флоте неуклонно растет, особенно после запрещения сброса их в море. Кроме того, наша страна дала согласие на ввоз РАО из других стран. Однако нельзя допустить превращения России в ядерную свалку [6].

Отработанные тепловыделяющие элементы подвергают захоронению в контейнерах и бочках в водной сфере, в районах гранитных формациях и в соляных шахтах. Утилизация радиоактивных отходов (РАО) чрезвычайно актуальна, что заставило разработать проекты «Тонущий реактор» и «Горячая капля».

Проект «Тонущий реактор» предусматривает захоронение ядерного оборудования на многокилометровую глубину, где оно полностью

расплавится и поглотится магмой. По проекту «Горячая капля» предлагается создание металлической оболочки из тугоплавких металлов – вольфрама и молибдена – диаметром несколько метров. В этот шар загружают РАО и отправляют вглубь земли.

Но иногда РАО подвергают захоронению в контейнерах и бочках в карьерах на поверхности земли (рис. 25), что является экологически опасным.



Рисунок 25. Захоронение радиоактивных отходов в штате Невада

Всего в России существует около 20 спецкомбинатов и пунктов захоронения РАО. При этом степень заполнения хранилищ очень высокая: хранилища Белоярской АЭС заполнены на 96 %, Кольской АЭС – на 84 % и Смоленской – на 81 %. При этом происходит загрязнение подземных вод.

Следовательно, любое захоронение отечественных и зарубежных РАО должно быть прекращено из-за загрязнения подземных вод, источников, колодцев и в дальнейшем выходом радиации на поверхность Земли. Остается наиболее экологический путь ликвидации РАО по технологиям их трансмутации – взаимопревращения радиоактивных

химических элементов под воздействием оптимальных электромагнитных полей в нерадиоактивные элементы.

Взаимопревращение одних химических элементов в другие происходит при изменении в них содержания электронов и нуклонов (протонов и нейтронов) по плазменно-электромагнитным и резонансным технологиям. Так, под воздействием оптимальных электромагнитных полей на различные природные и техногенные материалы (металлы, шлаки, цементы, минералы, руды и др.) их химический состав изменяется, что подтверждает трансмутацию элементов. При изменении содержания электронов во внешней оболочке атомов, возможно, широко регулировать свойства элементов и их оксидов.

Предлагается технологию трансмутации начинать с расчетов химических элементов: энергии сродства к электрону и энергии ионизации с определения их эффективности с использованием компьютерных программ искусственного интеллекта [2]. В итоге определяют целесообразность добавлять электроны к РАО или отнимать их. Затем добавляют РАО техногенные окислители (отвалы фосфогипса, содержащие фтор, фосфор, кислород; отвалы от обогащения талькомагнезитов, асбестовые отвалы и др.) или техногенные восстановители (отходы графитации, содержащие углерод; простые вещества – металлы, оксиды неметаллов (CO , NO , SO_2 и др.)). Эти вещества смешивают с РАО и подвергают плазменно-электромагнитной многократной обработке до получения нерадиоактивных материалов. Из них по нанотехнологиям в будущем будут получать высококачественные изделия.

Процессы трансмутации широко распространены в неживой и живой Природе. Так на Солнце водород превращается в гелий, а затем гелий $\rightarrow$ углерод $\rightarrow$ кислород $\rightarrow$ железо и т. д. В итоге это привело в Космосе широкому распространению радиации, от пагубного воздействия которой Землю предохраняет мощная магнитная оболочка. Следовательно,

магнитные поля предотвращают радиацию. Еще Никола Тесла предсказывал возможность производить радий в трубе в неограниченных количествах [19].

По биобактериальной технологии в живой Природе бактерии уничтожают радиацию. Так, радиоактивные отходы помещают в ставленную цистерну с бактериями, которые за короткое время на 90 % съедают опасный для человека материал. Активированный торф полностью уничтожает радиацию. В гречихе, выросшей на почве без кальция, образуется большое количество этого микроэлемента. В организме человека в стрессовых ситуациях из одних элементов возникают другие.

Особенно эффективен биодинамический компост, который не только повышает урожайность сельскохозяйственной продукции в более чем в 60-ти странах, но и способствует превращению радионуклидов в нерадиоактивные элементы. Эта биотехнология экологически чистая, которую, вероятно, можно использовать не только для нейтрализации почвы от радиации, но и для ликвидации ядерных хранилищ.

Следовательно, биобактериальные технологии тоже целесообразно разрабатывать и использовать для ликвидации радиоактивных отходов.

По резонансной технологии рассчитывают необходимую подводимую частоту колебаний, равную частоте собственных колебаний узлов кристаллических решеток РАО для достижения максимальной амплитуды колебаний, при которой образуются новые вещества. Подводимые импульсы энергии – это фотоны (кванты электромагнитной энергии) и фононы (кванты упругих сред), при которых амплитуда колебаний узлов кристаллических решеток теоретически стремится к бесконечности [19].

Для снижения уровня радиоактивности выбросов АЭС применяются современные технологии фильтрации. Радиоактивные газы поступают в систему очистки, состоящую из аэрозольных, угольных фильтров и

газгольдеров, где они выдерживаются до распада короткоживущих радионуклидов и только затем сбрасываются в атмосферу. В месте выброса газов производится постоянное измерение их расхода и радиоактивности. Радиационная обстановка воздушной среды контролируется на различных удалениях в радиусе до 60 км от АЭС, причем служба внешней дозиметрии на всех постах проводит, кроме этого, отбор проб почвы, воды и растительности.

На АЭС разрабатываются меры для максимально возможного исключения сброса СВ, загрязненных радиоактивными веществами. Так, в водоемы разрешается отводить только строго определенное количество очищенной воды с концентрацией радионуклидов, не превышающей уровень для питьевой воды. В связи с большим расходом воды на охлаждение большое внимание уделяется разработке замкнутых циклов охлаждения и новым способам отвода теплоты, в том числе и воздушно-конденсационными установками.

С целью повышения экономических показателей работы АЭС, а также для снижения величины рассеиваемой в окружающей среде энергии активно разрабатывается предложение создания крупных комплексов на базе АЭС, в которых будет использоваться «сбросное тепло» электростанций в тепличных хозяйствах для растениеводства, в рыбных водоемах и т.п.

Низкий уровень использования ядерного горючего в реакторах на тепловых нейтронах и соответственно большой объем отработанного ядерного топлива устраняются при использовании так называемых реакторов-размножителей на быстрых нейтронах. В таких реакторах происходит процесс расширенного воспроизводства ядерного топлива: образуется плутоний – новое топливо. Это позволяет вовлечь в топливный цикл весь естественный уран, а не только уран-235, которого в нем содержится всего 0,7 %.

Таким образом, наиболее эффективными технологиями ликвидации радиоактивных отходов (РАО) являются: трансмутантные, биобактериальные и резонансные.

Если на атомных станциях с большим количеством радиоактивных отходов энергию получают за счет расщепления ядер атомов урана, то термоядерный синтез основан на слиянии атомов водорода. При этом выделяется огромное количество тепла и очень мало отходов (менее 1 %) [8].

Термоядерный синтез дает в 10 млн раз больше энергии на единицу веса, чем бензин, а в обычном стакане воды содержится столько же энергии, сколько в 500 тыс. баррелей нефти*. Топливом для термоядерных станций может служить обычная морская вода.

Именно синтез (а не распад) использовала Природа для обеспечения энергией всю нашу Вселенную: термоядерный синтез происходит в глубинах Солнца и вообще обеспечивает существование Вселенной.

Для получения термоядерной энергии необходимо сжать водород до определенной степени и нагреть его до десятков миллионов градусов. Только тогда протоны водорода начнут объединяться в ядра гелия. Но до сих пор все попытки получить холодный термояд терпели неудачу и продолжаются споры о невозможности его получения.

Но преимущества термоядерного синтеза огромны: термоядерные станции безопасны – на них не может произойти никакой катастрофы, топливом для них служит вода, получаемая энергия огромна, отходы практически отсутствуют, уровень её радиации низкий и др. Всё это показывает его большие перспективы в будущем [23, 12, 17].

Для получения термоядерной энергии пытаются использовать лазерный термоядерный синтез в реакторах NIF-ИТЭР. Лазерные лучи мощностью 500 трлн Вт через систему зеркал фокусируются на

*Прим. 1 нефтяной баррель США равен 159 литра.

крошечный шарик из дейтерия и трития (два тяжелых изотопа водорода) и получается температура около 150 млн градусов. (Для сравнения-в центре Солнца – 15 млн градусов). При этом за короткий миг выделяется столько энергии, сколько за это же время выделяют 500 тыс. атомных энергоблоков. Все это происходит сначала в мощном магнитном, а затем – в энергетическом поле с использованием суперкомпьютерных технологий.

Предполагают, что если реактор ИТЭР будет работать, то он будет вырабатывать 500 МВт, т. е. в 10 раз больше, чем потреблять

При слиянии двух ядер водорода возникает лишний нейтрон, который быстро вылетает из камеры реактора. Поглощая нейтроны вода в трубах закипает и образовавшийся пар направляют в турбину, которая в свою очередь вращает электрогенератор.

Вообще реакцию ядерного синтеза проводят в обычных атомных ускорителях, но эти установки слишком неэффективны, чтобы получать дешевую энергию.

Если предыдущие столетие называют веком электричества, что позволило управлять электронами и создать тем самым новые технологии, то в будущем предполагают наступление эры магнетизма с основой сверхпроводимости при комнатной и более высокой температуре. Ключом для этих технологий являются сверхпроводники.

В итоге термоядерная энергетика максимально уменьшит отрицательное влияние техногенеза на биосферу: сократятся радиоактивные отходы, уменьшится радиация и мутации, повысится здоровье человека, сократится загрязнение окружающей среды, т. е. произойдет практически полная экологизация техногенеза, а не только экологизация производства – экологическая и инженерная защита окружающей среды в этой области.

Действующие в России правила и нормы:

1) Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ 99/2010);

2) Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций (СП АС-2003);

3) Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций (ПРБ АС-99);

4) Нормы радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций (ПРБ АС-99);

5) Федеральный закон «об охране окружающей среды» 2002, № 7 ФЗ.

Технологии превращения РАО (трансмутантные, биобактериальные и резонансные) в экологически чистые материалы и изделия заслуживают самого серьезного рассмотрения, разработки и реализации в полном соответствии с действующими в России правилами и нормами.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Критическое состояние большого количества радиоактивных отходов обуславливает необходимость безотлагательного применения эффективных технологий безопасности от РАО.

2. Широко применяемая в настоящий период технология захоронения РАО – переносу радиации с поверхности в глубину земли должна быть прекращена по основным причинам:

- загрязнения подземных вод, источников, колодцев;
- выхода радиации со временем на поверхность Земли по законам рециркуляции водных систем;
- глубинные воды являются очень высокоминерализованными коррозийными, быстро разъедающими металлические оболочки контейнеров с РАО;
- для глубинного захоронения РАО в Россию их везут со всего мира: из США, Франции, Германии, Турции, Японии и других стран, а также широко используют отечественные РАО;

3. Главное – нельзя превращать недра России в радиоактивную свалку. Необходимо на месте образования РАО превращать их в нерадиоактивные вещества.

Наиболее эффективными технологиями безопасности от радиоактивных отходов являются технологии трансмутации радиоактивных элементов в нерадиоактивные элементы, биобактериальные и резонансные технологии. Разработкам и внедрению этих технологий должно быть уделено первостепенное внимание.

4. В будущем будут разработаны технологии управления радиацией: на первом этапе – превращение радиоактивных элементов в экологически чистые, а на втором – переводу обычных химических элементов в радиоактивные и наоборот.

В итоге, экологические факторы существенно влияют на ухудшение состояния окружающей среды, что привело к критически опасному экологическому кризису в нашей стране.

Это требует принятия безотлагательных мер по защите и оздоровлению окружающей среды путем значительного повышения экологического образования и воспитания, создания экологически чистых безотходных производств и экономического стимулирования полной переработки промышленных и бытовых отходов.

3.6 Техносферное воздействие

Источниками возникновения опасности ЧС является: природная среда, техносфера и общество.

Опасность возникновения ЧС – объективно существующая вероятность негативного воздействия на общество, личность, государство и природную среду, в результате которого им может быть причинен какой-либо ущерб, вред, ухудшающий их состояние [5, 20].

Причины возникновения ЧС и соответственного урона от них многообразны. В качестве наиболее общих из них могут быть

количественный и качественный рост экономики, быстрый рост народонаселения, неуправляемый рост и концентрация производства, урбанизация территорий загрязнения окружающей среды и др.

3.6.1 Виды чрезвычайных ситуаций

Опасность возникновения чрезвычайной ситуации – свойство, состоящее в наличии источником природной и техногенной опасностей, которые при определенных условиях (природные явления, аварии, катастрофы на объектах техносферы), в результате воздействия поражающих факторов могут причинить вред (ущерб) населению, объектом техносферы и природной среде.

Опасность – центральное понятие как сферы безопасности жизнедеятельности в био- техносфере.

Определяющими признаками опасности являются: возможность непосредственного отрицательного воздействия на объект сил Природы; возможность нарушения нормального состояния элементов производственного процесса, в результате которого могут возникнуть аварии, взрывы, пожары, травмы.

Природные опасности.

На территории России, обладающей чрезвычайно большим разнообразием геологических, климатических и ландшафтных условий, встречаются более 30 опасных природных явлений.

По данным многолетних наблюдений наибольшую опасность в России представляет наводнение (подвержено 746 городов), оползни и обвалы (725), землетрясение (103), смерч (500). Именно с этими процессами связан огромный социально-экономический ущерб.

Вследствие активизации экзогенных процессов (селей, оползней) наблюдаются природные ЧС на территории Южного и Уральского регионов. Активизация оползней и селевого процесса обусловлена аномалиями в режиме гидрометеорологических факторов. Вместе с тем,

наблюдающиеся в Южном регионе обновление и подвижки крупных древних оползней и обвалов, скальных и полускальных породах могут свидетельствовать о росте геодинамической активности. Активизация карстово-суффозионных процессов в Приволжском и Центральном регионах связана с усилившимся техногенным воздействием на геологическую среду и, возможно, с региональной активизацией современных тектонических движений по скрытым глубинным разломам.

Ежегодно опасные гидрометеорологические явления наносят значительный ущерб отраслям экономики и населению. Их количество имеет тенденцию колебания в пределах 250-300.

Наиболее часто повторяющимися опасными явлениями являются сильный ветер, в т.ч. шквал – сильный ливень, а также повышение уровня воды в результате дождевых паводков и весеннего половодья.

Опасности в техносфере.

Существуют потенциальные опасности промышленности. В зонах возможного воздействия поражающих факторов при возникновении ЧС на промышленных объектах, включая химически опасные, ядерно- и радиационно опасные и ГТС, проживает свыше 80 млн чел.

Значительную угрозу для населения представляет нестабильная работа объектов энергоснабжения. В электроэнергетике количество оборудования, отработавшего свой ресурс, составляет 60-65 %.

На опасных производственных объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности ежегодно происходит 15-30 аварий. Основной причиной этих аварий является неудовлетворительное состояние технических устройств, зданий, сооружений.

1) Радиационная опасность.

В России функционирует более 1,5 тыс. ядерно- и радиационно-опасных объектов.

Радиационно-опасный объект – это объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют радиоактивные вещества.

К радиационно-опасным объектам относятся: предприятия ядерного топливного цикла, изготовление ядерного топлива, переработки отработавшего ядерного топлива и его хранения; научно-исследовательские и проектные организации; транспортные ядерные энергетические установки.

Основную радиационную опасность на АЭС и любой ядерной энергетической установки представляет утечки в тех или иных количествах радиоактивных веществ из реактора в окружающую среду.

Проблема обеспечения радиационной безопасности в стране на сегодня является одной из приоритетных задач органов управления и других структур РСЧС.

2) Химическая опасность.

В России функционирует свыше 3 тыс. химически опасных объектов. В зоне повышенной химической опасности расположены 148 городов с численностью более 100 тыс. чел. в каждом. В технологических процессах промышленности используют такие аварийно химические опасные вещества (АХОВ), как хлор, аммиак, оксид этилена и углеводороды.

Химически опасный объект – объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое заражение населения и окружающей среды.

Аварии на химических предприятиях при производстве, хранении и транспортировке АХОВ, сопровождаемые их выбросом (разливом), являются источниками возможных чрезвычайных ситуаций, связанных с большими человеческими жертвами, гибелью животных, растений, загрязнением окружающей среды.

3) Взрывопожарная опасность.

Пожарные опасности представляют собой вид опасности кризисного характера. Они относятся в равной степени и к природным и техногенным и к социальным опасностям.

Пожаровзрывоопасный объект- объект, на котором производят, используют, перерабатывают, хранят и транспортируют легковоспламеняющиеся и пожаровзрывоопасные вещества, создающие угрозу возникновения техногенной чрезвычайной ситуации.

В настоящее время в стране в разных отраслях промышленности эксплуатируется около 8 тыс. взрывопожароопасных производственных объектов.

Борьба с пожарами становится одной из наиболее острых социальных и экономических проблем. Основными причинами пожаров являются нарушения правил пожарной безопасности, использование неисправного печного отопления, электрооборудования, устаревших электрических сетей.

Пожарная безопасность является необходимым условием для успешного решения важнейших социально-экономических проблем общества и государства.

4) Опасности топливно-энергетического комплекса (ТЭК).

В России до 70 % теплового загрязнения окружающей среды и около 50 % всех вредных выбросов приходится на долю энергетического сектора. В частности, доля отраслей ТЭК в выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух промышленностью составляет порядка 44 %.

На территории России в сети внутрипромысловых трубопроводах ежегодно отмечается около 40 тыс. случаев разрывов, свищей и других некатегоризированных аварий, что приводит к значительным потерям нефти и загрязнению территорий.

В тяжёлом положении находятся основные производственные фонды в угольной отрасли, в которой эксплуатируются требующие

реконструкции и даже закрытия большое количество шахт с низкими технико-экономическими показателями. Прорывы газа и нарушения технологий производственных работ обуславливают большую аварийность в угольной промышленности.

5) Гидродинамическая опасность.

На территории Российской Федерации эксплуатируется более 28 тыс. водохранилищ. В зонах потенциального затопления от этих гидротехнических сооружений при ЧС проживают около 10 млн чел.

Основной причиной аварийности плотин, дамб, шлюзов и других сооружений является их неудовлетворительная эксплуатация.

Гидродинамические аварии – это прорывы гидротехнических сооружений, являющихся гидродинамически опасными объектами с образованием волн прорыва и катастрофических затоплений. Прорыв плотин приводит к стремительному затоплению местности. При этом масштабы последствий гидродинамических аварий зависят от параметров и технического состояния гидроузла, объемов запасов воды в водохранилище, рельеф местности, сезона и других факторов. Важно в целях уменьшения ущерба при гидротехнических авариях иметь заблаговременный прогноз динамики распространения волны прорыва.

3.6.2 Природные и техногенные риски

Вообще источники чрезвычайных ситуаций (ЧС) подразделяются на природные (стихийные бедствия), техногенные (взрывы, пожары, транспортные, гидродинамические и другие аварии и катастрофы) и биолого-социальные (эпидемии, эпизоотии и др.). Все они наносят колоссальный вред окружающей среде – наибольший из всех экологических факторов, влияющих на био- и техносферу.

Источники ЧС характеризуются таким параметром как риск -вероятностной мерой возникновения природных явлений и техногенных процессов, сопровождающихся формированием и действием вредных

факторов при этом экологического, экономического, социального и других видов ущерба.

Природные экологические риски.

Риск возникновения опасных природных явлений и непосредственного воздействия на людей и окружающую среду формирующихся при этих явлениях поражающих факторов сейсмической, гидродинамической и иной природы, принято называть *природным риском*.

Непосредственное воздействие указанных поражающих факторов, безусловно, вызывает определенные, иногда очень существенные, изменения в окружающей среде и нарушение естественных процессов. Но эти изменения и нарушения на этапе воздействия поражающих факторов еще не проявляются в снижении уровня биотической саморегуляции естественных процессов, снижении биологической продуктивности биоценозов и выходе экосистем из состояния экологического равновесия, уменьшении экологической емкости природных и природно-техногенных образований и т.п.

Под экологическим риском в широком смысле следует понимать риск ухудшения качества компонентов окружающей среды, ее природных и природно-антропогенных образований, деградации флоры и фауны и уменьшения видового разнообразия, дегармонизации естественных процессов, нарушений биогеохимических циклов, процессов биотической саморегуляции и экологических равновесий, а также снижения адаптационных возможностей указанных природных, природно-техногенных образований и экосистем по отношению к негативным воздействиям и истощения их экологического резерва (экологической емкости).

Все отмеченные в этом определении составляющие (направления анализа и оценки) экологического риска должны приниматься во внимание при анализе и оценке экологического риска техногенных воздействий

любого характера. При этом в зависимости от характера окружающей среды, где рассматривается возможность возникновения и развития аварийных и иных техногенных воздействий, акцент может делаться на анализ и оценку экологического риска для тех или иных реципиентов (объектов) этих воздействий. К таковым могут быть отнесены:

- компоненты природной среды, имеющие наиболее важное значение в жизнедеятельности человека: атмосфера (воздушная среда); гидросфера (вода); литосфера (земля, почва); различные виды ресурсов;

- природные и природно-техногенные образования, в том числе природно-территориальные комплексы, природные и природно-техногенные ландшафты;

- биоценозы и экосистемы различных характеров и масштабов (также относящиеся к природным объектам);

- отдельные группы людей из числа населения и производственных коллективов, подвергающиеся воздействиям, которые влекут за собой ухудшение здоровья по экологическим причинам.

Для каждого из этих реципиентов могут быть выделены составные элементы и определена структура возможного экологического ущерба при техногенных воздействиях. Например, для биоценозов и экосистем экологический ущерб целесообразно выражать главным образом через снижение уровня биоразнообразия, нарушение процессов биотической саморегуляции и экологического равновесия; для такого компонента окружающей среды, как почва – через снижение способности почвы к ассимиляции загрязнителей и сопротивлению к неблагоприятным воздействиям, снижение плодородия почвы и ее способности к саморегуляции естественных процессов.

Под экологическим риском в узком смысле понимается вероятность наступления гражданской ответственности за нанесение ущерба окружающей среде, а также жизни и здоровью третьих лиц. Он может

возникнуть в процессе строительства и эксплуатации производственных объектов и является составной частью промышленного риска.

Ущерб окружающей среде выражается в виде загрязнения или уничтожения лесных, водных, воздушных и земельных ресурсов (например, в результате пожара или строительных работ), нанесения вреда биосфере и сельскохозяйственным угодьям.

Под словосочетанием «нанесение ущерба жизни и здоровью «третьих лиц» понимается результат вредного воздействия факторов производственной деятельности на окружающее промышленный объект население, выражающийся в виде увеличения заболеваемости и смертности».

Техногенные и экологические риски в общем случае определяются как условная вероятность тех или иных поражений людей и объектов окружающей среды при условии, что произойдет определенная авария (катастрофа), и сформируется термобарическая, дозовая или иная нагрузка в рассматриваемом районе. При этом возможность возникновения аварии (катастрофы) и формирования соответствующей нагрузки оценивается также величиной вероятности.

Заметим, что иногда отдельное рассмотрение техногенного и экологического риска нецелесообразно. Например, зачастую это имеет место при оценке радиационного риска, включающего элементы техногенного и экологического рисков. Но все же далеко не всегда. Во многих случаях и здесь экологический риск выделяют, называя его радиологическим.

В рамках единого подхода к описанию рисков, сопутствующих определенному виду деятельности, целесообразно вкупе с экологическими рассматривать родственные им риски возникновения гражданской ответственности за нанесение в процессе производства вреда третьим лицам, в качестве которых могут выступать как юридические (организации), так и физические (население) лица.

Наиболее вероятными случаями, в результате которых может наступить гражданская ответственность, являются аварии, сверхнормативные выбросы и утечки вредных веществ на производственных объектах, воздействие которых затронуло окружающую территорию.

Последствия аварии в данном случае можно разделить на ближайшие и отдаленные. Под ближайшими последствиями понимается непосредственный ущерб в виде разрушения зданий и сооружений, загрязнение территории, травм и гибели людей и т.п. Отдаленные последствия возникают в виде долговременного загрязнения почвы, водных и других природных ресурсов и различных заболеваний, причем зачастую через несколько лет после аварии. Кроме того, признаками наличия отдаленных последствий являются общее снижение качества жизни на территории, затронутой аварией, повышение уровня смертности и частоты хронических заболеваний, рост детской смертности, увеличение количества ослабленных детей и т. д.

Риск аварий, катастроф и опасных природных явлений принято подразделять на два иерархических связанных вида: риск непосредственного воздействия поражающих факторов, возникающих при авариях (катастрофах) и опасных процессах, т. е. риск первичных явлений; и риск, связанный с долгосрочными последствиями аварий (катастроф) и опасных природных явлений, имеющих место в результате изменений в окружающей среде под воздействием указанных выше поражающих факторов и опасных процессов, носящих, главным образом, экологический характер.

Применительно к авариям и катастрофам первый вид риска обычно называют техногенным риском, подчеркивая тем самым его непосредственную связь техногенными процессами, т. е. процессами воздействия на окружающую среду объектов техносферы, второй – экологическим.

Характерным примером наличия прямых и отдаленных последствий является авария на Чернобыльской АЭС 1986 г. В результате аварийно-спасательных работ большие дозы облучения получили группы так называемых «ликвидаторов». В результате загрязнения значительной части территории пострадало большое количество мирного населения. Прямые потери в данном случае выражаются в виде случаев заболеваний лучевой болезнью и гибели людей, потери сельскохозяйственных угодий, затрат на отселение населения из зараженных областей.

Отдаленные последствия проявились, прежде всего, в ухудшении общего состояния здоровья облученных групп населения. Известно, что у лиц, попавших в зону радиоактивного загрязнения, увеличивается восприимчивость к обычным инфекциям типа гриппа или ОРЗ. Основные отдаленные последствия проявились через 10 лет после аварии в виде увеличения частоты раковых заболеваний, особенно рака щитовидной железы.

Таким образом, нельзя недооценивать возможность возникновения отдаленных последствий аварий на объектах промышленности, тем более, если они в дальнейшем выражаются в виде увеличения заболеваемости или смертности населения. В мировой страховой практике имеются случаи, когда иски по поводу отдаленных последствий работы на опасных производствах приводили к выплате компенсаций, размер которых во много раз превышал размеры прямых убытков.

Понятие правовой ответственности в сфере экологии впервые было сформулировано в российском законодательстве в Законе РСФСР «О предприятиях и предпринимательской деятельности», в котором предусматривалось возмещение ущерба от загрязнения и нерационального использования природной среды. Это положение было развито в Законе РСФСР «Об охране окружающей природной среды», где, в частности, рассматриваются три типа вреда, подлежащего компенсации:

– причиненный окружающей природной среде источником повышенной опасности;

– причиненный здоровью граждан неблагоприятным воздействием на окружающую природную среду;

– причиненный имуществу граждан.

Принятый в 1997г. Закон РФ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» предусматривает, что предприятие – источник повышенной опасности обязано обеспечить меры по защите населения и окружающей среды от опасных воздействий. В законе говорится также о лицензировании опасных производств и возможности отзыва или приостановлении лицензии в случае невыполнения требований и нормативов промышленной безопасности. В ст. 15 речь идет об обязательном страховании ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта, а в ст. 16, ч. 13 – о том, что должностные лица федерального органа исполнительной власти, специально уполномоченного в области промышленной безопасности, имеют право выступать в установленном порядке в суде или арбитражном суде представителем по искам о возмещении вреда, причиненного животным, растениям, окружающей среде, здоровью людей, государственному и муниципальному имуществу других лиц вследствие нарушений требований промышленной безопасности.

Таким образом, на законодательном уровне провозглашена ответственность за предприятия загрязнение окружающей среды и предусмотрена возможность удовлетворения исков частных лиц, организаций и государства к предприятию - виновнику нанесения экологического ущерба.

Коллективные экологические риски обусловлены нахождением некоторой социальной группы в районе расположения потенциально опасного объекта, занятость на объекте либо проживание вблизи объекта. Этот вид риска, в отличие от индивидуального, служит интегральным

показателем конкретной опасности в конкретном географическом районе и характеризует масштаб возможной аварии. Коллективный риск оценивается числом n -смертей в результате действия определенного опасного фактора на рассматриваемую совокупность людей численностью N .

Разработаны специально приемлемые для общества в целом и отдельного человека критерии безопасности спецтехники:

- для общества – математическое ожидание ущерба не более 1 % общественных затрат на создание, эксплуатацию и уничтожение объекта;
- для индивидуума из населения – вероятность смерти или тяжелой травмы не выше бытовой или от случайных поражающих факторов;
- для индивидуума из персонала, обслуживающего объект, - не выше, чем для наименее опасных профессий.

В качестве регулятора безопасности членов общества наряду с концепцией приемлемого риска ряд специалистов рекомендует исходить из концепции оправданного риска: приемлем тот риск, который общественно оправдан. Тогда рискующие члены общества, безопасность которых на данном этапе развития науки и техники не может быть обеспечена на приемлемом уровне, должны получить надлежащие компенсации от общества.

В рамках Федеральной целевой программы «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в Российской Федерации до 2005 г.» специалистами ВНИИ ГОЧС (головной организации) совместно с другими заинтересованными Министерствами и ведомствами (Ростехнадзор, МЧС, Минтранс, Управление по ядерной и радиационной безопасности Ростехнадзора, Минэнерго, Минобороны, Росавиакосмос, МПР РФ и Минсельхоз России) к настоящему времени получены следующие результаты:

- разработана технология зонирования территории страны по величине показателей риска и построение карты комплексного риска;
- проведена экспертная оценка степени опасности ЧС в различных субъектах российской федерации;
- проведены расчеты величины комплексного риска от ЧС природного и техногенного характера для городов и территорий Российской Федерации;
- построены фрагменты карты комплексного индивидуального риска для населения и территорий Российской Федерации;
- разработаны предложения по организации государственного регулирования рисков от ЧС.

Кроме того, получены значения уровней техногенного риска для городов с численностью населения более 50 тыс. человек, для персонала отдельных (наиболее опасных) отраслей промышленности; для ряда природных ЧС были рассчитаны уровни риска для территории России.

Следующим этапом выполнения указанной Федеральной программы является получение таких показателей, как возможное среднее ежегодное количество погибших (пострадавших) от воздействия поражающих факторов источников ЧС (социальный риск), а также величина возможного среднего ежегодного материального ущерба от ЧС для конкретного опасного объекта или территории (экономический риск).

Разработанная ***технология зонирования территорий по величине показателей риска и построения карты комплексного риска*** содержит в себе два основных элемента:

- методические основы оценки комплексного риска от техногенных и природных ЧС (общие принципы оценки индивидуального риска, методика оценки риска от аварий на потенциально опасных промышленных объектах, методика оценки риска от природных ЧС, методика комплексной оценки риска от ЧС для населения);

– средства автоматизации проведения оценки комплексного риска с использованием возможностей географической информационной системы мониторинга и прогнозирования ЧС ВНИИ ГОЧС (программное обеспечение для создания и ведения баз данных по потенциально опасным промышленным объектам, программное обеспечение для оценки комплексного риска).

Методические основы оценки комплексного риска разработаны для широкого спектра техногенных и природных ЧС, в том числе для аварий на пожароопасных, взрывоопасных и химически опасных объектах, прорывах плотин ГТС, землетрясений, наводнений, лесных пожаров, ураганов, опасных геологических процессов и др.

Разработанная технология зонирования территорий по величине показателей риска позволяет оценивать величину возможного комплексного риска для рассматриваемых городов и территорий и строить карты комплексного риска на основе использования соответствующего программного обеспечения географической информационной системы.

Карта комплексного риска для населения и территории Российской Федерации от ЧС позволит, в перспективе, провести ранжирование различных регионов страны по степени опасности для населения и перейти к регулированию безопасности населения на основе нормирования социально приемлемого уровня риска.

3.6.3 Единая государственная система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (РСЧС)

Постановлением Правительства РФ от 05.11.1995 г. № 1113 было утверждено Положение о единой государственной системе предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (РСЧС) [5].

Основные задачи РСЧС:

- разработка проектов законов и других документов, регулирующих вопросы защиты населения и территории от ЧС, и содействие их последующей реализации;
- обеспечение постоянной готовности органов управления, а также сил и средств, предназначенных для предупреждения и ликвидации ЧС;
- сбор, обработка поступающей оперативной информации и выдача рекомендаций в области защиты населения и территорий от ЧС;
- постоянная подготовка населения к действиям в условиях ЧС;
- прогнозирование и оценка последствий ЧС;
- создание финансовых и материальных резервов для ликвидации ЧС;
- осуществление государственной экспертизы, надзора и контроля в сфере защиты населения и территорий от ЧС;
- ликвидация последствий ЧС;
- осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от ЧС, проведение гуманитарных акций;
- содействие в реализации прав и обязанностей граждан в области защиты от ЧС;
- международное сотрудничество по вопросам защиты населения и территорий от ЧС.

Для современного этапа развития РСЧС, в том числе ее территориальных звеньев, характерна смена приоритетов от задач экстренного реагирования и ликвидации происшедших ЧС к задачам предупреждения, снижения рисков и смягчения их последствий.

Структура РСЧС.

Указанная система на федеральном уровне объединяет силы постоянной готовности следующих министерств и ведомств: МЧС, МВД, МСХ, МПС, Минздравсоцразвития, Минтопэнерго, Минтранса, Росгидромета, Рослесхоза России и ряда других. Ее основой,

управляющим и организующим центром является Министерство по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (сокращенно МЧС России).

РСЧС состоит из территориальных и функциональных подсистем.

Территориальные подсистемы.

Территориальные подсистемы создаются в субъектах РФ (республиках, краях, областях) для предупреждения и ликвидации ЧС в пределах соответствующей территории. ***Функциональные подсистемы*** организуются для проведения аналогичных работ в наиболее опасных с точки зрения ЧС отраслях экономики (теплоэнергетической, химической и т. д.).

Уровни РСЧС.

К таковым относятся федеральный, региональный, территориальный, местный и объектовый уровни, т. е. они фактически соответствуют ныне принятой классификации ЧС.

Каждый уровень РСЧС имеет:

- 1) координирующие органы;
- 2) постоянно действующие органы управления, специально уполномоченные для решения задач по защите населения и территорий от ЧС;
- 3) органы повседневного управления;
- 4) силы и средства, финансовые и материальные резервы;
- 5) системы связи и оповещения.

Координирующими органами РСЧС являются:

– на федеральном уровне - Межведомственная комиссия по предупреждению и ликвидации ЧС и ведомственные комиссии по ЧС (КЧС) в федеральных органах исполнительной власти;

– на региональном уровне, охватывающем территории нескольких субъектов РФ, - региональные центры по делам ГО и ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий МЧС России;

– на территориальном уровне, включающем территорию субъекта РФ, - главные управления по делам ГО и ЧС соответствующих субъектов РФ;

– на местном уровне - управление по делам ЧС и ГО органов местного самоуправления, действующих на территории района, города (района в городе);

– на объектовом уровне, охватывающем территорию организации или объекта,- объектовые комиссии по ЧС.

Постоянным органом повседневного управления РСЧС является Центр управления в кризисных ситуациях (ЦУКС) МЧС России. Центр планирует, организует и осуществляет мероприятия по управлению силами и средствами при ликвидации последствий ЧС, проведению аварийно-спасательных и других неотложных работ федерального и регионального уровня и при ЧС, возникших за рубежом.

ЦУКС осуществляет свою деятельность во взаимодействии со структурными подразделениями центрального аппарата МЧС России; с региональными центрами по делам: ГО, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий; органами, специально уполномоченными решать задачи ГО, задачи по предупреждению и ликвидации ЧС; органами управления систем мониторинга, прогнозирования ЧС; специально подготовленными силами министерств и ведомств, а также с соответствующими органами управления зарубежных стран.

Режимы функционирования РСЧС вводятся в зависимости от обстановки и масштаба прогнозируемой или возникшей ЧС:

– *Режим повседневной деятельности* устанавливается при нормальной производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической (бактериологической), сейсмической и гидрометеорологической обстановке, при отсутствии эпидемий, эпизоотии, эпифитотий.

– *Режим повышенной готовности* вводится при ухудшении указанной обстановки, получении прогноза о возможности возникновения ЧС.

– *Режим чрезвычайной ситуации* устанавливается при возникновении и во время ликвидации ЧС. В случае введения этого режима осуществляются следующие мероприятия:

- 1) организация защиты населения;
- 2) выдвижение оперативных групп в район ЧС;
- 3) определение границ зоны ЧС;
- 4) организация работ по ликвидации последствий ЧС;
- 5) организация работ по обеспечению устойчивого функционирования отраслей экономики и объектов жизнеобеспечения населения;
- 6) непрерывный контроль за состоянием природной среды в районе ЧС, обстановкой на аварийных объектах и прилегающей к ним территории.

На сегодня практически во всех субъектах РФ созданы специальные комиссии (республиканские, областные, объектовые) по обеспечению функционирования объектов в условиях ЧС, разработаны планы мероприятий по повышению устойчивости функционирования объектов.

3.6.4 Подготовка объектов экономики к функционированию в условиях чрезвычайной ситуации

Пути минимизации риска возникновения ЧС. Согласно статистике, более чем в 80 % случаев возникновения ЧС связаны с деятельностью человека, и происходят они часто из-за низкого уровня профессиональной подготовки, а также неумения правильно и вовремя определить свое поведение в экстремальных условиях.

Имеются два основных пути минимизации, как вероятности возникновения, так и последствий ЧС на любом опасном объекте.

Первое направление состоит в разработке и последующем осуществлении таких организационных и технических мероприятий, которые уменьшают вероятность проявления опасного самопоражающего потенциала современных технических систем. Поэтому последние должны быть оснащены защитными устройствами - средствами взрыво- и пожарозащиты оборудования и техники, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т. д.

Подготовка объекта, обслуживающего персонала, подразделений ГО, военнослужащих, мирного населения к действиям непосредственно в условиях ЧС - суть *второго направления*. В его основе лежит формирование планов действий в ЧС, однако для их создания нужны детальные разработки сценариев возможных аварий и катастроф на конкретных объектах. Для этого необходимо располагать статистическими и экспериментальными данными о физических, химических и иных явлениях, лежащих в основе возможной аварии, прогнозировать размеры возможных потерь. Очевидной также является необходимость постоянной оценки обстановки до возникновения ЧС, при непосредственной ее угрозе и, наконец, возникновении ЧС.

Общим для обоих путей минимизации риска возникновения ЧС на опасных объектах является правовое обеспечение.

Правовой механизм обеспечения промышленной безопасности. Он установлен Федеральным законом «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997г. № 116-ФЗ (с изменениями от 2 июня 2016г.).

Опасные производственные объекты (ОПО) подлежат регистрации в государственном реестре в порядке, устанавливаемом Правительством РФ.

Закон регулирует вопросы эксплуатации ОПО, предупреждения аварий на них и обеспечения готовности организаций, эксплуатирующих такие объекты, к локализации и ликвидации последствий аварий.

Технические устройства, применяемые на ОПО подлежат сертификации на соответствие требованиям промышленной безопасности.

Специальные требования, касающиеся промышленной безопасности, разработаны применительно к проектированию, строительству и приемке в эксплуатацию ОПО. Так, одним из обязательных условий принятия решения о начале строительства, расширения, реконструкции, консервации и ликвидации объекта является наличие положительного заключения Государственной экспертизы. Отклонения от проектной документации не допускаются.

При приемке в эксплуатацию ОПО проверяются соответствие этого объекта проектной документации, готовность организации к его эксплуатации и к действиям по локализации и ликвидации последствий аварии (ст. 8 упомянутого выше Закона).

Перед началом эксплуатации должна быть получена лицензия на эксплуатацию опасного производства. С этой целью заявитель представляет в федеральный орган исполнительной власти, специально уполномоченный в области промышленной безопасности, следующие документы: 1) акт приемки ОПО в эксплуатацию или положительное заключение экспертизы промышленной безопасности; 2) декларацию промышленной безопасности указанного объекта.

В целях осуществления надлежащего контроля за соблюдением мер безопасности, оценки достаточности и эффективности мероприятий по предупреждению и ликвидации ЧС на промышленных объектах Правительство РФ своим Постановлением от 1 июля 1995 г. № 675 ввело для предприятий, учреждений, организаций и других юридических лиц, имеющих в своем составе производства повышенной опасности, обязательную разработку декларации промышленной безопасности. В дальнейшем совместным приказом МЧС России и Госгортехнадзора России от 4 апреля 1996 г. № 222/59 введен в действие «Порядок

разработки декларации безопасности промышленного объекта Российской Федерации».

Декларация промышленной безопасности является документом, в котором отражены характер и масштабы опасности на объекте, а также выработанные мероприятия по обеспечению промышленной безопасности и готовности к действиям в условиях техногенных ЧС. Декларация разрабатывается как для действующих, так и для проектируемых предприятий и включает следующие разделы:

- 1) общую информацию об объекте;
- 2) анализ уровня опасности промышленного объекта;
- 3) обеспечение готовности промышленного объекта к локализации и ликвидации ЧС в случае ее возникновения;
- 4) информирование общественности;
- 5) приложения, включающие ситуационный план объекта и информационный лист.

3.6.5 Повышение устойчивости функционирования объектов в чрезвычайных ситуациях

Под устойчивостью объекта понимают его способность производить установленные виды продукции (вещественной, энергетической, информационной) в надлежащих объемах и номенклатуре в условиях ЧС, а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения. Для объектов, не связанных с производством материальных ценностей (например, радиолокационной станции), устойчивость определяется их способностью выполнять свои функции в условиях ЧС.

Повышение устойчивости объектов и технических систем достигается главным образом организационно-техническими мероприятиями, которым всегда предшествует исследование устойчивости конкретного объекта, причем задолго до ввода его в эксплуатацию.

Большое влияние на устойчивость объекта оказывает район его расположения, который определяет уровень и вероятность воздействия опасных факторов природного происхождения (вулканы, сейсмическое воздействие, сели, оползни и т. д.). Весьма важными являются метеорологические условия района (количество осадков, направление господствующих ветров, максимальная и минимальная температура самого жаркого и самого холодного месяца): изучается рельеф местности, характер грунта, глубина залегания грунтовых вод, их химический состав и т. д.

В том случае, когда речь идет об устойчивости функционирующего объекта, исследование последней проводится в два этапа.

На *первом этапе* анализируют устойчивость и уязвимость отдельных элементов объекта в условиях ЧС, а также оценивают вероятность выхода из строя или разрушения указанных элементов или всего объекта в целом. В частности, анализу подвергают: надежность установок и технологических комплексов; последствия имевших место в прошлом аварий отдельных систем производства; наиболее вероятные направления распространения ударной волны по территории объекта при взрывах сосудов, коммуникаций, ядерных зарядов и т. п.; распространение огня в случае возникновения пожаров различных видов; характер рассеивания веществ (прежде всего СДЯВ), высвобождающихся при ЧС; возможность вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей и т. п.

На *втором этапе* исследования разрабатывают мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после происшедшей ЧС. Указанные мероприятия составляют основу плана-графика повышения устойчивости объекта; в нем указывают объем и стоимость планируемых работ, перечень основных материалов и их количество, машины и механизмы, рабочую силу, ответственных исполнителей, сроки выполнения, источники финансирования.

Кроме рассмотренных факторов, на устойчивость объекта влияют характер застройки территории (структура, тип, плотность), окружающие объект смежные производства, транспортные магистрали, а также естественные условия прилегающей местности (например, лесные массивы могут быть источниками пожаров, а водные объекты – альтернативными транспортными коммуникациями и т. п.).

Особое значение имеет объективная оценка устойчивости систем управления производства на объекте. При этом изучают расстановку сил и состояние пунктов управления и надежность узлов связи; определяют источники пополнения рабочей силы, анализируют возможности взаимозаменяемости организмов, их репродуктивные функции, состав и структуру популяций и биогеоценоза в целом. В качестве экологических последствий загрязнений при авариях следует также рассматривать негативные изменения ландшафтов и нарушение естественных процессов, протекающих в экосистемах.

Экологические последствия аварий и катастроф в большинстве случаев не ограничиваются загрязнением окружающей среды и происходящими затем по этой причине изменениями в ней. Они также в значительной мере, а иногда и в основном, обуславливаются воздействием термобарических полей, гидродинамических волн и потоков, других поражающих факторов, возникающих при взрывах, пожарах и иных проявлениях техногенных аварий и катастроф. При такого рода воздействиях на окружающую среду экологические последствия могут выражаться в весьма резких и больших по масштабам изменениях среды обитания человека. Они связаны с разрушением жизнеобеспечивающих структурных элементов территориально-производственных комплексов и других природно-хозяйственных образований, деструктивным изменением ландшафтов и экосистем и т. п.

Важным в практическом отношении является определение характера, масштабов экологических последствий аварий и экологического состояния

территорий. Эта задача должна решаться как в интересах принятия необходимых мер по обеспечению экологической безопасности населения, так и проведения работ по ликвидации последствий аварий и катастроф.

Оценка риска – порядок действий, имеющей целью определить его количественные характеристики: вероятность наступления неблагоприятных событий и возможный размер ущерба. Известны три основных метода оценки риска для конкретных процессов:

- анализ статистических данных по неблагоприятным событиям, имевшим место в прошлом;
- теоретический анализ структуры причинно-следственных связей процессов (сценарный подход);
- экспертный подход.

Располагая статистическими данными о неблагоприятных событиях, можно оценить вероятность их возникновения и возможные размеры ущерба при наступлении таких событий. Этот метод подходит для частых и однородных событий.

3.6.6 Экологические последствия и экологический ущерб при техногенных авариях, катастрофах и опасных природных явлениях

Экологические последствия техногенных аварий и катастроф весьма разнообразны. Прежде всего, они проявляются в тех изменениях, которые претерпевает окружающая среда под воздействием формирующихся при этих авариях и катастрофах поражающих факторов. Имеются ввиду негативные изменения качественных, количественных и структурных характеристик объектов биосферы, нарушение биогеохимических циклов, процессов биотической саморегуляции и т. п. Как известно, иногда, например, под воздействием радиоактивных излучений, наблюдается ускорение процессов роста некоторых видов растительности, что может рассматриваться в качестве позитивных последствий этого воздействия.

Однако позитив в данном случае совершенно несравним с негативными изменениями [5].

К негативным последствиям экологического характера относится и ухудшение качества компонентов окружающей природной среды за счет загрязнений несвойственными им химическими и радиоактивными веществами, а также субстанциями биологической и другой природы. Необходимо заметить, что экологические последствия аварий и катастроф, проявляющиеся в негативных изменениях окружающей среды, могут весьма резко сказываться на снижении качества среды обитания человека. Это обусловлено разрушением жизнеобеспечивающих объектов биосферы.

Понятие *экологического ущерба* близко по своему смыслу понятию экологические последствия. Оба эти понятия применяются при анализе возможной или фактической обстановки, складывающейся после аварии (катастрофы), и выработке мер по ее нормализации. Однако при этом понятие последствия сказывается с изысканием возможности снижения масштабов этих последствий (на этапе прогнозной оценки обстановки) или мерами по их ликвидации (главным образом на этапе оценки фактической обстановки). Понятие же экологического ущерба применяется при прогнозе – в связи с выработкой превентивных мер по его возможному снижению, при оценке фактической обстановки – в связи с определением путей компенсации и восстановления природных, природно-техногенных образований, экосистем и других объектов биосферы.

Загрязнения окружающей среды при авариях и катастрофах, как правило, носит комплексный характер и, в зависимости от характера аварий и возникающих поражающих факторов, может включать физическую, химическую, а в некоторых случаях и биологическую составляющие.

Физическая составляющая (физическое загрязнение) при авариях характеризуется загрязнителями – ингредиентами и физическими полями, такими как радиоактивные вещества, электромагнитное, тепловое,

звуковое, ультразвуковое поля. Химическая составляющая – различного рода простые вещества и химические соединения из числа *ксенобиотиков*, чуждых экосистемам и природным ландшафтам. Сюда относятся, прежде всего, некоторые аварийно выброшенные в экосистемы химически опасные вещества, а также обычные биогены, в определенных количествах ассимилирующиеся природной средой. Биологическая составляющая – болезнетворные микроорганизмы.

Анализ имевших место последние десятилетия природных и техногенных аварий показывает, что происходящее при них загрязнение окружающей среды обуславливается одним или некоторой совокупностью ингредиентов и физических полей, количественно или качественно чуждых естественным биогеоценозам. Указанные обстоятельства являются одной из причин тех неблагоприятных изменений экологической обстановки и условий обитания, которые происходят при техногенных воздействиях.

3.6.7 Экономическое регулирование деятельности в области предупреждения и ликвидации ЧС

Осуществляется финансирование деятельности РСЧС. В рамках государственной политики противодействия угрозам природного и техногенного характера все большее значение приобретает экономическое регулирование вопросов предупреждения и ликвидации ЧС.

Основными мероприятиями в этом направлении служат бюджетные и внебюджетное финансирование, страхование, лицензирование деятельности в области промышленной безопасности.

Финансирование деятельности РСЧС осуществляется из средств федерального бюджета, в т. ч. из резервного фонда Правительства РФ по предупреждению и ликвидации ЧС, а также ресурсов органов исполнительной власти субъектов РФ, из средств органов местного самоуправления и организаций территориальных подсистем.

Это дает возможность обеспечить поддержку регионам, на территории которых произошли ЧС, финансировать аварийно – спасательные, первоочередные аварийно – восстановительные работы, оказывать единовременную материальную помощь населению России и, при необходимости, гуманитарную помощь населению зарубежных стран, пострадавшему от стихийных бедствий.

В настоящее время предпринимаются усилия с целью внедрения эффективных экономических рычагов, способствующих реализации защитных мер, разработки и применения системы налоговых льгот, льготных кредитов банков, государственных инвестиций и, напротив, штрафных санкций для предприятий, пренебрегающих вопросами техногенной безопасности. Важным мероприятием является совершенствование формы, условий и норм кредитования в области предупреждения и ликвидации ЧС. Таким образом, речь идет о внедрении механизмов и методов ***финансирование менеджмента в области предупреждения ЧС.***

Учитывая складывающуюся обстановку с ЧС на территории России и необходимость совершенствования экономического механизма стимулирования владельцев опасных объектов на профилактические меры с целью предотвращения ЧС, МЧС России подготовило проект Федерального закона «Об обязательном страховании ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасных объектов».

Указанный законопроект определяет перечень опасных объектов, чьи владельцы в обязательном порядке должны осуществлять страхование своей гражданской ответственности. Это опасные производственные объекты, транспортные средства, осуществляющие перевозку опасных грузов, эксплуатация которых в результате аварии может привести к причинению вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц, а также окружающей природной среде.

Таким образом, наибольшее отрицательные влияния на окружающую среду оказывают природные и техногенные ЧС. Их последствия трудно ликвидировать, так как они охватывают обширные территории и имеют долгосрочный характер.

Наибольшее влияние на окружающую среду оказывает загрязнение атмосферы. Вследствие того, что атмосферный воздух является неотъемлемой частью жизнедеятельности всех живых организмов, его загрязнения наиболее губительно сказывается на окружающей среде, чем остальные аспекты загрязнения.

Защита окружающей среды от природных и техногенных ЧС имеет актуальное значение. Прогнозирование и ликвидация опасностей является одной из главных задач на сегодняшний день.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учебное пособие «Экологическая и техносферная безопасность. Теоретические основы экологической и техносферной безопасности» подготовлено на кафедре геоэкологии Уральского государственного горного университета.

В начале рассмотрено современное состояние экологической и техносферной безопасности, затем теоретические основы экологической и техносферной безопасности и экологические и техносферные угрозы.

Необходимость значительного улучшения состояния окружающей среды обусловлена многочисленными причинами: резким увеличением влияния техногенеза на биосферу – загрязнением воздуха, воды, и почвы, повышением уровня радиации, увеличением количества промышленных, бытовых и радиоактивных отходов, ухудшением здоровья человека.

Иммануил Кант сказал: «Наука – это организованное знание. Мудрость – организованная жизнь».

Экологическая наука занимает ведущее положение в прогрессивном развитии нашей страны. Текущий год объявлен Президентом нашей страны Владимиром Владимировичем Путиным Годом экологии и Годом особо охраняемых природных территорий.

Техногенный Мир должен развиваться в строгой гармонии с природным Миром по одному из основных экологических законов: экология первична, технология – вторична, а экономика - третична.

В этой связи, данное учебное пособие посвящено многофакторным аспектам техносферной и экологической безопасности. При этом экология чрезвычайных ситуаций (ЧС) приобретает важное, актуальное значение как новый раздел экологии (ЭЧС).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Большаков В. Н.* и др. Экология: Учебник – М.: Логос, 2010. – 504 с.
2. *Булавин Л. А., Выгорницкий А. В., Лебовка А. И.* Компьютерное моделирование физических систем. - Долгопрудный: Изд. Дом «Интеллект», 2011, - 352 с.
3. *Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соколов Ю. И.* Комплексная безопасность человека. МЧС России. - М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2011. – 360 с.
4. Геоэкология: учебное пособие для высших учебных заведений горно-геологического профиля, 2-е издание, стереотипное / *Семячков А. И., Дребенштедт К., Воробьев А. Е.*; под ред. акад. РАН В.Н. Большакова и А.И. Татаркина. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2014. – 289 с.
5. *Денисов В. В.* Промышленная экология. – М.: ИКЦ «МарТ», – Ростов на Дону: Изд-во «МарТ», 2007. – 720 с.
6. *Денисов В. В., Денисова И. А., Гутенев В. В., Фесенко Л. Н.* Основы инженерной экологии. Ростов на Дону: Феникс, 2013. - 623 с.
7. *Зайцев В. А.* Безотходные производства – решение экологических проблем. В книге – М.Я. Лемешев «Экологическая альтернатива». - М.: Прогресс, 1990, С.583-598.
8. *Каку Митио.* Физика будущего. – М.: Альпина нон-фикшн, 2013. – 584 с.
9. *Коробкин В. И., Предельский Л. В.* Экология.– Ростов на Дону: Феникс, 2012. – 601 с.
10. *Хорошавин Л. Б., Медведев О. А., Беляков В. А., Михеева Е. В., Руднов В. С., Байтимилова Е. А.* Торф: возгорание, тушение торфяников и торфокомпозиты. – М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2013. – 256 с.

- 11.** Милютин А. Г., Андросова Н. К., Калинин И. С., Порцевский А. К. Экология. Основы геоэкологии. М.: Из-во Юрайт, 2013.-542 с.
- 12.** Никитин В. С. Технологии будущего. - М.: Техносфера, 2010. – 264 с.
- 13.** Попов П. А. Информационно-коммуникационные технологии обеспечения безопасности жизнедеятельности, МЧС России. - М.: ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2009. – 272 с.
- 14.** Русак О. Н., Малаян К.Р., Занько Н. Г. Безопасность жизнедеятельности. - СПб: Изд-во Лань – 2001. – 418 с.
- 15.** Семенова И. В. Промышленная экология. – М.: Изд. Центр «Академия», 2009. – 528 с.
- 16.** Тотай А. В. и др. Экология.– М.: Из-во Юрайт, 2012. - 407 с.
- 17.** Фейгин О. О. Наука будущего. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. – 248 с.
- 18.** Хван Т. А., Хван П. А. Безопасность жизнедеятельности.– Ростов на Дону: Феникс, 2001. – 352 с.
- 19.** Хорошавин Л. Б. Диалектическое развитие технологических наук и технологий. Екатеринбург: ООО «УИПЦ», 2-ое издание, 2014. – 457 с.
- 20.** Хорошавин Л. Б., Бадьина Т. А. Прогрессивное развитие инженерного образования в России. Журнал «Инженерное образование», 2013, № 13, с. 102-109.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Экологический манифест Н. Ф. Реймерса (1994 г.)

Природа. Тысячелетиями мы боролись с ней, покоряли ее, преобразовывали, нещадно уничтожали.

Но не Природе нужна защита. Это нам необходимо ее покровительство: чистый воздух, чтобы дышать, кристальная вода, чтобы пить, вся Природа, чтобы жить. Она – Природа – была и всегда будет сильнее человека, ибо она его породила. Он лишь миг в ее жизни. Она же вечна и бесконечна.

Биосфера серьезно больна. Ее поразило вмешательство человека в ее жизнь. Бездумная техника сминает Природу, кромсает биосферу, давит человечество, травит Землю.

Этот путь окончен. Век безоглядной эксплуатации Природы человеком позади. Природа требует воспроизводства. В обращении с планетой нужны глубокие знания и мудрая осторожность. Они – символ экологии.

Объединимся же под знаком мудрости экологического гуманизма!

Наше НЕТ:

- любым войнам,
- любым битвам с Природой,
- безграмотному технократизму и волюнтаризму в природопользовании,
- шапкозакидательству в демографии,
- технократическому гигантизму, который всегда предвещает начало конца,

– всему, что конъюнктурно и не обещает реальных экономических, социальных, и экологических выгод на перспективу столетий, и только в этой совокупности благ, а не иначе,

– любому, что грозит биосфере Земли, угрожает людям, каждому человеку.

Наше ДА:

– Миру и спокойствию,

– любви и уважению к Природе – фундаменту и условию человеческой жизни,

– сохранению биосферы того типа, в которой возник и развивался Человек разумный,

– максимальному сбережению видов живого, мест обитания,

– ресурсосберегающим, экономным и малоотходным технологиям,

– «замкнутым» циклам производства,

– новым биологизированным путям развития сельского хозяйства,

– заводам без дыма, фабрикам без ядовитых стоков, автомашинам без удушливого выхлопа,

– тишине,

– трезвой демографической стратегии,

– экологической культуре.

Грядет новая эпоха. На пороге глобальная революция – мирная революция экологии. Ее цель - выживание планеты Земля. Зеленый свет всему, что сберегает ресурсы жизни.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ



Архипов Максим Владимирович

старший преподаватель кафедры геоэкологии Уральского государственного горного университета



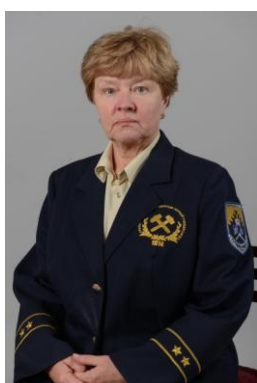
Кульнев Вадим Вячеславович

доцент кафедры экологической геологии ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», член-корреспондент Международной академии наук экологии, безопасности человека и Природы (МАНЭБ), подполковник экологической безопасности, кандидат географических наук;



Носырев Михаил Борисович:

доктор технических наук, профессор, проректор по учебно-методическому комплексу Уральского государственного горного университета, академик Международной академии наук экологии, безопасности человека и Природы (МАНЭБ).



Парфёнова Лариса Петровна

доцент кафедры геоэкологии Уральского государственного горного университета



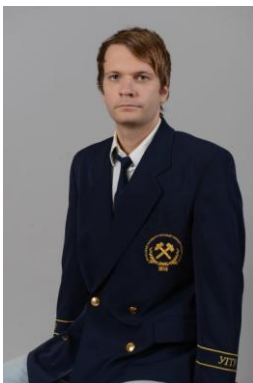
Почечун Виктория Александровна:

доктор географических наук, доцент кафедры геоэкологии Уральского государственного горного университета, член-корреспондент Международной академии наук экологии, безопасности человека и Природы (МАНЭБ).



Семячков Александр Иванович:

доктор геолого-минералогических наук, профессор, декан факультета гражданской защиты Уральского государственного горного университета, заведующий кафедрой геоэкологии Уральского государственного горного университета, руководитель Центра природопользования и геоэкологии Института экономики Уральского отделения Российской академии наук, академик Международной академии наук экологии, безопасности человека и Природы (МАНЭБ).



Семячков Константин Александрович:

кандидат экономических наук, доцент кафедры геоэкологии Уральского государственного горного университета, научный сотрудник Института экономики Уральского отделения Российской академии наук.



Фоминых Андрей Анатольевич:

кандидат технических наук, профессор кафедры геоэкологии Уральского государственного горного университета, начальник Екатеринбургского филиала ФГУП «СПЕЦСТРОЙИНЖИРИНГ при СПЕЦСТРОЕ России», академик МАНЭБ.



Хорошавин Лев Борисович:

доктор технических наук, ведущий научный сотрудник Уральского отделения Академии технологических наук, академик Международной академии наук экологии, безопасности человека и природы, научный консультант по теплоупорам.