



ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК

КУРС ЛЕКЦИЙ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК

КУРС ЛЕКЦИЙ

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Ставрополь
2015

УДК 504.05
ББК 20.1
Т38

Рецензенты:

доктор медицинских наук, начальник отдела анализа состояния окружающей среды и долгосрочных программ и планов министерства природных ресурсов охраны окружающей среды Ставропольского края

А. А. Коровин;

кандидат химических наук, доцент кафедры ЮНЕСКО «Зеленая химия для устойчивого развития» РХТУ им. Д. И. Менделеева *А. А. Занин*

Техногенные системы и экологический риск : курс лекций /
Т38 сост. Ю. А. Мандра, Е. Е. Степаненко, О. А. Поспелова и др. – Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2015. – 100 с.

Содержится основной теоретический материал, который соответствует программе дисциплины «Техногенные системы и экологический риск». Изложены основы управления экологической безопасностью, рассмотрены виды рисков и критерии их приемлемости, даны представления о техногенных системах и создаваемых ими опасностях и угрозах для населения и экологических систем. Особое внимание уделено методологии оценки техногенного и экологического риска, освещаются основы законодательной базы в области экологической безопасности.

Для студентов направления 05.03.06 «Экология и природопользование».

**УДК 504.05
ББК 20.1**

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Тема 1. Введение в дисциплину «Техногенные системы и экологический риск».....	4
Тема 2. Окружающая среда как система	12
Тема 3. Техногенные факторы дестабилизации природной среды	22
Тема 4. Техногенные системы и их воздействие на окружающую среду и человека	31
Тема 5. Основы оценки техногенных воздействий на окружающую среду	45
Тема 6. Риск и экологический риск	54
Тема 7. Восприятие и коммуникация риска	61
Тема 8. Количественная оценка экологического риска	70
Тема 9. Аварийная ситуация – существенный фактор воздействия на окружающую среду.....	78
Тема 10. Обеспечение экологической безопасности человека и окружающей среды	89
Список использованной литературы	98

ТЕМА 1.

ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ

«ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК»

План:

- 1.1. Цель и задачи курса
- 1.2. Основные понятия и термины, используемые в курсе
- 1.3. Связь развития техногенного общества и возникновения природных и техногенных катастроф

1.1. Цель и задачи курса

Целями освоения дисциплины «Техногенные системы и экологический риск» являются:

- формирование у студентов теоретических знаний и практического навыка, необходимого для решения профессиональных задач и определение путей и средств снижения экологического риска до приемлемого уровня;
- формирование у студентов представления о величине и последствиях антропогенного воздействия на окружающую среду;
- ознакомление студентов с принципами количественной оценки возможных негативных последствий как от систематических воздействий техногенных систем на природу и человека, так и воздействий, связанных с экстремальными аварийными ситуациями,
- развитие у студентов системного мышления, позволяющего минимизировать воздействия негативных факторов на человека и окружающую среду.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

- знать: основные цели и принципы экологической безопасности; понятия о системном подходе к исследованию окружающей среды; роль техногенных систем как источников кратковременных аварийных и долговременных систематических воздействий на человека и окружающую среду; закономерности восприятия экологического риска отдельными индивидуумами и социальными группами; методы идентификации опасности технических систем; порядок мероприятий по ликвидации их последствий; подходы по выявлению приоритетов в реализации мероприятий, направленных на снижение экологического риска.

- уметь: проводить контроль параметров и уровня негативных воздействий на их соответствие нормативным требованиям; прогнозировать развитие и оценку аварийных ситуаций.

- владеть: методами качественной и количественной оценки экологического риска.

1.2. Основные понятия и термины, используемые в курсе

В настоящее время общая площадь урбанизированных территорий Земли составляет около 19 млн км² или более 20% жизнепригодной территории суши. Особенно интенсивно процессы урбанизации протекают в развитых странах.

Ю. Одум выделил 4 типа экосистем:

1. Природные, движимые Солнцем, несубсидируемые (океаны, высокогорные леса);
2. Природные, движимые Солнцем, субсидируемые другими естественными источниками (эстуарии, речные экосистемы, дождевые леса);
3. Движимые Солнцем и субсидируемые человеком (агроэкосистемы и аквакультуры);
4. Индустриально-городские, движимые топливом (ископаемым, органическим, ядерным).

Последние два типа представляют собой техногенные системы.

Таким образом, **техногенные системы** – это значительно измененные или возникшие под влиянием техногенных факторов природные, а также культурные экосистемы.

Прямое техногенное воздействие на окружающую среду осуществляется хозяйственными объектами и системами при непосредственном контакте с ней в процессе природопользования или привнесения в нее отходов. Окружающая среда начинается, протекает и прекращается одновременно с соответствующими стадиями работы техногенных систем, вызывающих это воздействие. Состав природных компонентов, подверженных воздействию включает в себя в различных сочетаниях воздух атмосферы, биоту и почвенный покров, подземные и поверхности воды, литологический фундамент, сюда же можно отнести и рельеф. Особенно значительные изменения природных комплексов происходит вследствие техногенных трансформаций рельефа, который всегда влечет за собой снятие или погребение растительности и почвенного покрова.

Техногенез – это происхождение и изменение ландшафтов под воздействием производственной деятельности человека. Техногенез

закключается в преобразовании биосферы, вызываемом совокупностью механических, геохимических и геофизических процессов. Название происходит от греч. *Techne* – искусство, ремесло, и *genesis* – рождение, происхождение.

А.Е. Ферсман назвал **техногенезом** геохимическое воздействие промышленности и отмечал, что геохимическая миграция, обусловленная технической деятельностью человека, превышает по скорости природные процессы.

Основной целью деятельности эколога является – обеспечение экологической безопасности нынешнего и будущего поколения. В этом и заложена социальная значимость профессии.

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

Для четкого понимания проблем экологической безопасности рассмотрим такие термины как «риск» и «опасность». Зачастую в литературе эти понятия отождествляются («риск – это опасность будущего ущерба»), однако существует альтернативный подход к этому вопросу. И с точки зрения количественной оценки неблагоприятных последствий для окружающей среды этот подход более удобен.

Таким образом, **экологический риск** – это вероятность наступления для здоровья человека неблагоприятных последствий от загрязнений окружающей среды техногенными системами.

В свою очередь, **экологическая опасность** – ситуация в окружающей среде, в которой при определенных условиях возможно возникновение нежелательных событий, явлений или процессов (опасных факторов), воздействие которых на окружающую среду и человека может привести к ухудшению состояния окружающей среды, отклонению здоровья человека от среднестатистического значения.

Опасности различных событий или процессов сопоставляют путем усреднения вероятностей их проявления по пространственным и временным параметрам. Опасность – это угроза людям и всему, что для них представляет ценность.

Итак, риск, в отличие от опасности нельзя рассматривать в отрыве от возможных последствий проявления данной опасности. *Риск – это количественная мера опасности с учетом ее последствий.* Последствия проявления опасности всегда приносят ущерб (экономический, экологический, социальный и т.п.). Поэтому оценка риска

должна быть связана с оценкой ущерба. Чем больше ожидаемый ущерб, тем значительнее риск.

Таким образом, с точки зрения количественной оценки понятие «экологический риск» может быть сформулировано как отношение величины возможного ущерба от воздействия вредного экологического фактора за определенный интервал времени к нормированной величине интенсивности этого фактора.

Под термином «ущерб» понимаются фактические и возможные экономические потери и (или) ухудшение природной среды вследствие воздействия техногенной системы.

1.3. Связь развития техногенного общества и возникновения природных и техногенных катастроф

Рассмотрим, каким образом создание техногенных систем влияет на увеличение риска возникновения природных и техногенных катастроф.

Город – техногенная система. В 1830 г. В городах проживало более 3% населения, в 1960 – 34 %, в 2020 г. Население городов будет составлять не менее 57 %.

Сейчас уже примерно половина жителей земного шара живет в городах, а территории городов занимают площадь, не превышающую 3% земной суши. На этом крохотном пятнышке частоклолом, плечом к плечу, стоят АЭС, ТЭЦ, химические заводы, нефте- и газопроводы, плотины водохранилищ, склады горючих и вредных веществ. Все это пронизано густой сетью транспортных артерий, закованных в бетон, железо и сталь. Именно на территории городов, где высока плотность населения и где сконцентрирована техногенная инфраструктура, происходят наибольшие социальные и материальные потери в результате природных катастроф. К примеру, в России страдают от: оползней и обвалов 752 города, от наводнений – 746, смерчей – 500, землетрясений – 103, селей – 9, цунами – 9, лавин – 5 городов.

Но люди хотят жить в городах, поэтому города постоянно расширяются и захватывают новые территории. К 2020 г. их суммарная площадь увеличится на 2,6 млн. км² и составит около 4 % площади суши. Особенно быстро разрастается площадь мегаполисов. Например, территория Мехико с 1940 по 1990 г. увеличилась со 130 до 994 км². Приходится осваивать непригодные для строительства склоны холмов, поймы рек, заболоченные участки и прибрежные территории. Конструкции возводимых зданий оставляют желать лучшего.

Вывод:

1. Надежность городских объектов падает, особенно в развивающихся странах.

2. Увеличивается риск гибели людей в городах в случае наводнений, ураганов и прочих стихийных бедствий.

Интенсивная хозяйственная деятельность порождает техногенные физические поля: вибрационные, температурные, поля блуждающих электрических токов. Наиболее опасны последние, которые образуются за счет электрифицированного рельсового транспорта, заземленных промышленных установок и станций катодной защиты. Блуждающие токи в 5 – 10 раз повышают коррозионное воздействие грунтов на металлические конструкции. Около 30% повреждений в трубах на территории Москвы приходится на долю коррозии от блуждающих токов. Примерно 24 % площадей городов отнесены к территориям с высокой степенью коррозионной опасности, на которых электрические поля блуждающих токов в сотни раз превышают естественный фон.

Воздействие человека на окружающую природную среду. Человек извлекает нефть, уголь и газ из земных недр в огромных количествах, создает крупные водохранилища и закачивает флюиды в глубокие горизонты, изменяет местный климат. В результате – наведенная сейсмичность и увеличенная частота землетрясений, опускание территорий городов, подтопления, провалы и т.д.

Примеры в цифрах:

- крупные землетрясения в Газли (Узбекистан), произошедшие в 1976 и 1984 гг., – наведенные, спровоцированные закачкой около 600 млн. м³ воды в Газлийскую геологическую структуру.

- в северо-восточной части Токио под тяжестью зданий, динамических транспортных нагрузок и в результате извлечения подземных вод с 1920 по 1980 г. уровень земной поверхности опустился на 4,5 м. Возросла опасность затопления города нагонными водами штормов.

- из-за добычи нефти и газа город Лонг-Бич (Калифорния) ушел в землю на 8,8 м, а горизонтальное смещение составило 3,7 м.

- в России в подтопленном состоянии находится 800 тыс. га городских территорий. Из 1092 городов подтоплены 960 (88%), включая Москву, Санкт-Петербург, Новосибирск, Омск, Томск, Хабаровск, Казань, Ярославль, Архангельск.

Некоторые эксперты связывают тенденцию увеличения частоты экстремальных погодных условий с глобальным потеплением. Во многих районах мира наблюдаются долгие периоды сильной жары, наводнения, засухи, снежные бури и т.д. Прогнозируется, что, в связи

с общим потеплением климата, частота и масштабы неблагоприятных погодных явлений будут возрастать.

Пока ученые ведут теоретические споры о том, меняется или не меняется климат планеты, страховые компании пытаются решить эту проблему чисто экспериментальным путем, поскольку несут миллиардные убытки.

Можно ли эти проблемы вообще решить? Да, но для этого, во-первых, *необходим точный и заблаговременный прогноз* ожидаемого бедствия. Мировой опыт показывает, что затраты на прогнозирование и обеспечение готовности к природным событиям чрезвычайного характера в 15 раз меньше, чем предотвращенный ущерб.

Природные опасности должны обязательно учитываться при экономическом планировании. Прежде чем возводить сооружения, жилища, расширять города, территория должна быть оценена с точки зрения риска возникновения катастрофических событий на ней. Ученые предлагают дифференцированный подход к финансированию создаваемых объектов через систему коэффициентов. На территориях с минимальным природным риском, где стоимость мероприятий по его снижению невелика, макроэкономические расчеты должны включать минимальные повышающие коэффициенты затрат (несколько процентов). В тоже время при освоении территорий с высокой степенью риска (например, оползневые склоны) коэффициенты должны исчисляться десятками, а то и сотнями процентов.

Сегодня наблюдается тенденция роста вероятности возникновения природных катастроф в 24 из 49 наименее развитых стран. За последние 15 лет, по крайней мере, в шести из них ежегодно происходило от 2 до 8 крупных природных бедствий. Примеры: с 1991 г. более половины всех стихийных бедствий зарегистрировано в странах со средним уровнем социального развития, а 2/3 всех погибших проживали в странах с низким уровнем социального развития, и только 2% от числа погибших – в развитых странах. В высоко развитых странах в среднем в результате одного стихийного бедствия погибают 22,5 человека, а в странах со средним и низким уровнем социального развития – соответственно 145 и 1052 человека. Денежный эквивалент природных стихийных бедствий огромен.

Техногенные катастрофы. Большое количество крупных производственных аварий, сопровождавшихся выбросами химических и радиоактивных веществ, привлекло внимание всего мира к опасностям, особенно в таких отраслях, как транспорт, химическая промышленность и атомная энергетика. Эти катастрофические события часто имеют трансграничные последствия, и поэтому проблемы технологи-

ческой безопасности касаются не только развитых стран, но и стран со средним и низким уровнем развития.

Примеры:

- многие новые здания в г. Измир (Турция) проектировались без учета сейсмической опасности, фундаменты домов были недостаточно прочными, чтобы выстоять во время землетрясений. В результате от землетрясения мощностью 7,4 – 7,8 балла по шкале Рихтера, произошедшего 17 августа 1999 г., город и его окрестности были разрушены. Ущерб от землетрясения превысил 13 млрд. долл. Погибли более 15 тыс. человек, еще 25 тыс. человек получили ранения, а 600 тыс. остались без крова. Из-за землетрясения дефицит национального бюджета в 1999 – 2000 гг. составил примерно 3 млрд. долл. (около 1,5%ВВП).

- во время взрыва на предприятии по производству пестицидов в Севезо (Италия) в 1976 г. произошел выброс 2, 3, 7 и 8-тетрахлородибензо-п-диоксина(ТХДД).

Многие катастрофы имеют многоступенчатый характер, их иногда называют *синергетическими*. Это когда одно стихийное бедствие лавинообразно порождает другие. К примеру, в США выброс химических веществ, как оказалось, сопровождает каждую третью природную катастрофу. А землетрясение в Эквадоре (1987 г.) стало причиной массовых оползней, они разрушили 6 миль трансэквадорского газопровода.

Социальные катастрофы. По данным В.В. Довгуши и М.Н. Тихонова, за последние 5566 лет люди пережили 14513 войн, в которых погибли 3640 млн. человек и уничтожено ценностей на сумму свыше 115,13 квинтиллиона долл. Населению Земли этих средств хватило бы на несколько тысяч лет. Война постоянно «дорожает». Мировая термоядерная война в считанные минуты может уничтожить все человечество. Мощность всех ядерных зарядов в 1980 г. составляла 8 тыс. Мт тринитротолуола (по 2 т на каждого жителя Земли).

Примером экологической катастрофы, вызванной конфликтом, являются события, которые происходили на территории Кувейта и близлежащих территорий Персидского залива после операции «Буря в пустыне» в начале 1991 г. Отступая из Кувейта, иракские оккупанты подорвали свыше 500 нефтяных буровых скважин. Значительная их часть вспыхнула и горела на протяжении 6 месяцев, отравляя вредными газами и сажей большую территорию. Из буровых скважин, которые не воспламенились, нефть била фонтанами, образуя большие озера, и стекала в Персидский залив. Сюда же вылилось большое количество нефти из подорванных терминалов и танкеров. В результате

нефтью было покрыто свыше 1554 км² поверхности моря, 450 км береговой полосы. Погибло множество птиц, морских черепах, дюгоней и других животных. В огненных факелах ежедневно сгорало 7,3 млн. л нефти, равное объему нефти, который ежедневно импортируют США. Тучи сажи от пожаров поднимались на высоту до 3 км и разносились ветром далеко за границы Кувейта – черные дожди выпадали в Саудовской Аравии и Иране, черный снег – в Кашмире (за 2000 км от Кувейта). Загрязнение воздуха нефтяной сажей вредно влияло на здоровье людей, так как сажа содержала много канцерогенов. Эксперты установили, что эта катастрофа сопровождалась такими явлениями:

- тепловое загрязнение (86 млн. кВт ежедневно). Такое же количество энергии выделяется вследствие лесного пожара на площади 200 га;

- сажа от горящей нефти – 12 000 т ежедневно;

- углекислый газ – 1,9 млн. т ежедневно (это составляет 2 % всего CO₂, выделяющегося в атмосферу Земли вследствие сжигания минерального топлива всеми странами мира);

- SO₂ – 20 тыс. т ежедневно (что составляет 57 % количества SO₂, которое ежедневно поступает из топок всех ТЭЦ США).

Раздвоение человеческого сознания сказывается в потребительском отношении к природе и ее богатствам. За тысячелетие человеческой цивилизации великое множество видов животных и растений было уничтожено. Никакая, например климатическая, катастрофа не смогла бы так быстро истребить популяцию мамонтов, как это сделали охотники палеолита. Расчеты ученых биогеографов свидетельствуют, что в начале палеолита на территории европейской части бывшего СССР (часть России, Украина, Белоруссия) паслось около 500 тыс. мамонтов. Люди палеолита быстро освоили метод охоты на этих гигантов с помощью ловчих ям. Горы мяса и великое множество костей для изделий доставалось им очень легко.

После того, как не стало мамонтов, люди были вынуждены охотиться на другого зверя – бизона, шерстистого носорога, гигантского оленя. Когда же исчерпались и эти ресурсы, пришлось браться за ум, изобрести мотыгу, перейти от охоты на животных к их выращиванию в домашних условиях, то есть совершить неолитическую революцию.

Разве не такой же логикой руководствуется человечество ныне, «осваивая» биологические ресурсы Мирового океана? Мы и сегодня действуем по принципу наших далеких палеолитических пращуров: сначала выбили китов, потом ценные виды рыб, а сегодня вылавливаем мойву, минтая, ставриду и т.п.

Выращивание ценных видов морских животных и растений, так называемая марикультура – это жалкие крохи к мировому обеду. Мы отличаемся в этом вопросе от наших предков лишь тем, что бьем китов из пушек, а рыбу вылавливаем километровыми неводами.

В настоящее время подверглось сильнейшей деградации или полностью разрушено около 30 – 40 % почвенных ресурсов мира. Ежегодные потери почв вследствие застройки, эрозии, загрязнения достигают 10 млн. га.

У живой природы – также весомые потери. Ежедневно на планете исчезает один вид. Сейчас имеется 4000 кандидатов на внесение в список исчезающих видов.

В классической науке результаты опытов часто являются основой для новых научных выводов. В нашем случае мы вынуждены учиться на горьком опыте.

Чтобы оценивать разрушительную силу катастроф и планировать защитные и восстановительные работы, нужна единая шкала для сравнения катастроф между собой. Однако различная природа катастроф не позволяет непосредственно сопоставлять их между собой. Невозможно сопоставить землетрясения, извержения вулканов, ураганы, где основной поражающий фактор – величина энергии, с катастрофами, обусловленными квазистабильным негативным состоянием природы, в частности атмосферы (засухи, наводнения, похолодания и др.). Только оценка ущерба дает универсальный путь сопоставления. В этом случае интенсивность катастрофы оценивается по двум категориям – числу жертв и объему ущерба.

ТЕМА 2.

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА КАК СИСТЕМА

План:

- 2.1. Понятие окружающей среды
- 2.2. Устойчивость окружающей среды. Условия существования и развития жизни
- 2.3. Техносфера. Воздействие на человека потоков окружающей среды

2.1. Понятие окружающей среды

Окружающая среда – это обобщенное понятие, характеризующее природные условия в конкретно избранном месте и экологическое состояние данной местности. Словосочетание «окружающая среда», как правило, применяется к описанию природных условий на поверхности Земли, состоянию ее локальных и глобальных экосистем и их взаимодействие с человеком. В таком значении термин используется в международных соглашениях.

Природная среда (= экосистема = природа = природная окружающая среда = природная система) – это любое сообщество живых существ вместе с его физической средой обитания, функционирующее как единое целое.

Окружающая среда (environment) – среда обитания и деятельности человечества, окружающий человека природный и созданный им материальный мир. Окружающая среда включает *природную среду* и искусственную (*техногенную*) среду.

В широком смысле в понятие «окружающая среда» могут быть включены материальные и духовные условия существования и развития общества. Часто под термином «окружающая среда» понимается только «окружающая природная среда», однако в России с 2002 года законодательно введено понятие «окружающая среда», вместо «окружающая природная среда».

Окружающая среда представляет собой развивающуюся систему, которая испытывает воздействие разнородных природных и антропогенных факторов. Другими словами, окружающая среда – это совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, антропогенных объектов и социосферы.

Среда обитания – окружающая человека среда, обусловленная совокупностью факторов (физических, химических, биологических, информационных, социальных), способных оказывать прямое или косвенное, немедленное или отдаленное воздействие на жизнедеятельность человека его здоровье и потомство.

Социальная компонента окружающей среды. Вся совокупность взаимоотношений людей с природной и социальной средой рассматривается относительно человека. В процессе взаимодействия с социальной средой человек усваивает определенную сумму знаний, норм и ценностей, позволяющих ему функционировать как элементу общества в отношениях с природной средой и как элементу той или иной социальной группы – в отношениях с обществом. Общество образует с природой саморазвивающуюся систему, в которой оно играет все

более активную роль, постепенно превращая ее в саморегулирующуюся систему. Взаимодействуя с природой, человек делает ее элементом общества.

На данном этапе развития этой системы человек и общество отошли от гармоничной эволюции, сойдя на дорогу технического прогресса, целью которого является экономический рост, а результатом – общество потребления со всеми губительными как для природы, так и для самого человека последствиями.

Скорость развития человека и общества не совпадает со скоростью развития природы. Следствие – *разрушение устойчивости триады* «природа – общество – человек», которые приводят к социальному, экономическому и духовному кризису. Источником нарушения системы стало превышение темпов техногенного развития над темпами эволюционного развития внешней среды и низкое нравственно-духовное состояние человека.

2.2. Устойчивость окружающей среды. Условия существования и развития жизни

Защитные силы природы очень велики. Биосфера устроена иерархично. Она состоит из ландшафтных зон, зоны – из биоценозов, биоценозы из популяций и т.д. Низший уровень организации живого – молекулярный. Более низкий уровень структурной организации не несут специфики живого.

Существует иерархия защитных механизмов. Клетка отстраивает себя, отбрасывая ненужные структуры молекулярного уровня, организм для самосохранения отбрасывает ненужные клетки, популяция – наименее нужных особей, биосфера в целом сохраняет себя ценой потери недостаточно приспособленных видов и экосистем.

Таким образом, высокую стабильность биосферы обеспечивают:

- адаптивные возможности особей, входящих в состав любой популяции, в течение индивидуального развития. Внутренние адаптационные резервы активизируются в ходе стресса и иных генерализованных адаптационных синдромов;
- высокая потенциальная изменчивость любого вида, возможность подключения дополнительных источников изменчивости при попадании популяции в неблагоприятную среду;
- мощь геометрической прогрессии размножения, впервые оцененная Мальтусом и в ее биологических последствиях описанная Дарвином;

- многообразие видов в биоценозах, которые могут оказаться приспособленные к любым условиям.

Земля как единая термодинамическая система обладает защитными механизмами саморегуляции. Они способны компенсировать как недопустимую концентрацию углекислого газа в атмосфере, так и значительное повышение уровня моря при таянии льдов.

Устойчивость (жизнеспособность) – один из важнейших параметров любых систем, в том числе и экологических. Она определяет способность системы сохранять себя при изменениях среды. Экосистему можно сравнить со сложным биохимическим реактором, в котором происходит преобразование множества химических соединений. Устойчивыми являются экосистемы, находящиеся в естественном, ненарушенном состоянии. Экосистему можно вывести из этого динамического (безотходного) равновесия. Причины могут быть естественные (выбросы вулканов, пожары от молний и т.п. стихийные события) и антропогенные, т.е. связанные с деятельностью человека

Окружающая природная среда находится в динамическом равновесии и обладает свойствами саморегуляции без корректирующего воздействия человека.

Динамическое равновесие природной среды – способность системы сохранять себя при изменениях среды (устойчивость системы) за счет реакции системы на воздействие, выводящее систему из положения равновесия.

Динамическое равновесие характерно не только для биосферы. В таком состоянии находятся атмосфера и ионосфера, а также вся земная кора и подстилающие ее мантии Земли. Для геосфер, не охваченных жизнью, характерно устойчивое динамическое равновесие, тогда как в биосфере динамическое равновесие – неустойчиво. Это означает, что биосфера развивается в процессе работы, самосовершенствуется, все более полно, активно и в большем масштабе накапливает, трансформирует энергию, усложняет свою организацию, обогащается информацией. Техносфера находится в состоянии устойчивого равновесия и не способна к самосовершенствованию и саморазвитию, напротив, со временем она имеет тенденцию к деградации и разрушению.

Условия существования и развития жизни определяются сочетанием свойств природной среды, которые обеспечивают возможность обмена вещества, энергии и информации живых организмов, населяющих биосферу Земли, между собой и между внешней средой. Эти условия определяются наличием в достаточном количестве жидкой воды, необходимого минимума минеральных веществ, ограниче-

ния солености среды, содержанием в атмосфере кислорода и углекислого газа и температурой внешней среды, обеспечивающей возможность этого обмена веществ. Это относится и к человеку, оказавшемуся на верхней ступени трофической (пищевой) лестницы Природы. У каждого живого организма в отношении к различным экологическим факторам существуют пределы выносливости, между которыми располагается его экологический оптимум. Условия среды обитания, благоприятствуют возникновению, сохранению и развитию жизни.

Условия, меняющихся под влиянием человека, совокупность которых определяет существование живого вещества Земли:

1. Достаточное количество кислорода и углекислого газа.
2. Достаточное количество жидкой воды.
3. Определенный интервал благоприятных температур: не слишком низких для протекания биохимических реакций с участием ферментов и не слишком высоких (не более 100°C), выше которых белок свертывается.
4. Необходимый минимум минеральных веществ в почвенном слое, доступных для освоения микроорганизмами и растениями.
5. Ограничение солености среды: при концентрации солей примерно в 10 раз выше, чем морская вода, а ее соленость составляет в среднем 35 г/кг, жизнь в воде исчезает, подземные же воды лишены жизни при их минерализации свыше 270 г/л.
6. Отсутствие загрязняющих веществ, которые по своим свойствам и концентрации превышают допустимые для биосферных объектов уровни.

2.3. Техносфера. Воздействие на человека потоков окружающей среды

Человек и среда обитания непрерывно находятся во взаимодействии, образуя постоянно действующую систему «человек – среда обитания». В процессе эволюционного развития мира составляющие этой системы непрерывно изменялись.

Техносфера, созданная человеком с помощью технических средств, представляет собой территории, занятые городами, поселками, сельскими населенными пунктами, промышленными зонами и предприятиями. К техносферным относятся условия пребывания людей на объектах экономики, на транспорте, в быту, на территориях городов и поселков. Техносфера не саморазвивающаяся среда, она рукотворна и после создания может только деградировать. В процессе жизнедеятельности человек непрерывно взаимодействует не только с

естественной средой, но и с людьми, образующими так называемую социальную среду. Она формируется и используется человеком для продолжения рода, обмена опытом, знаниями, для удовлетворения своих духовных потребностей и накопления интеллектуальных ценностей.

Структурная схема взаимодействия человека современного индустриального общества с компонентами среды обитания - биосферой, техносферой и социальной средой показана на рис.2.1.



1 – воздействие человека на среду обитания; 2 – воздействие биосферы на человека; 3 – воздействие техносферы на человека; 4 – воздействие социальной среды на человека

Рисунок 2.1. – Структурная схема взаимодействия человека с биосферой, техносферой и социальной средой:

Таким образом:

1. Современный человек непрерывно взаимодействует с окружающей средой, компонентами которой являются естественная, техногенная (техносфера) и социальная среды.

2. С конца XIX века и весь XX век непрерывно развиваются техносфера и социальная среда, о чем свидетельствуют все возрастающая доля преобразованных человеком территорий земной поверхности, демографический взрыв и урбанизация населения.

3. Развитие техносферы происходит за счет преобразования природной среды.

В жизненном процессе **взаимодействие человека со средой обитания** и ее составляющими между собой основано на передаче между элементами системы потоков масс вещества, энергии всех видов и информации.

Человеку эти потоки необходимы для удовлетворения своих потребностей в пище, воде, воздухе, солнечной энергии, информации об окружающей среде. В то же время человек выделяет в жизненное пространство потоки энергии, связанные с его сознательной деятельностью (механической, интеллектуальной энергии), а также потоки масс вещества в виде отходов биологического процесса, потоки тепловой энергии и т.д.

Обмен потоками вещества и энергии характерен и для процессов, происходящих без участия человека. Естественная среда обеспечивает поступление на нашу планету потоков солнечной энергии, что создает в свою очередь потоки растительной и животной масс в биосфере, потоки адиабатических веществ (воздух, вода), потоки энергии различных видов, в том числе при стихийных явлениях в природной среде. Для техносферы характерны потоки всех видов сырья и энергии, многообразие потоков продукции и людских резервов; потоки отходов (выбросы в атмосферу, сбросы в водоемы, жидкие и твердые отходы, различные энергетические воздействия).

В соответствии с Законом о неустраимости отходов и побочных воздействий производств: «В любом хозяйственном цикле образуются отходы и побочные эффекты, они неустраимы и могут быть переведены из одной физико-химической формы в другую или перемещены в пространстве». Техносфера способна создавать спонтанно значительные потоки масс и энергий при взрывах, пожарах, при разрушении строительных конструкций, при авариях на транспорте и т.п.

Социальная среда потребляет и генерирует все виды потоков, характерных для человека как для личности, кроме того, социум создает информационные потоки при передаче знаний, при управлении обществом, при сотрудничестве с другими общественными формациями. Социальная среда создает потоки всех видов, направленные на преобразование естественного и техногенного миров, формирует негативные явления в обществе, связанные с курением, потреблением алкоголя, наркотиков и т.п.

Основные потоки в естественной среде: солнечное излучение, излучение звезд и планет; космические лучи, пыль, астероиды; электрическое и магнитное поля Земли; круговороты веществ в биосфере в экосистемах, в биогеоценозах; атмосферные, гидросферные и литосферные явления, в т.ч. – стихийные; другие.

Основные потоки в техносфере: потоки сырья, энергии; потоки продукции отраслей экономики; отходы отраслей экономики; бытовые отходы; информационные потоки; транспортные потоки; свето-

вые потоки (искусственное освещение); потоки вещества и энергии при техногенных авариях; другие.

Основные потоки в социальной сфере: информационные потоки (обучение, государственное управление, международное сотрудничество и т.п.); людские потоки (демографический взрыв, урбанизация населения); потоки наркотических средств, алкоголя и др.).

Основные потоки, потребляемые и выделяемые человеком в процессе жизнедеятельности: потоки кислорода, пищи, воды и иных веществ (алкоголь, табак, наркотики); потоки энергии (механической, тепловой, солнечной и др.); информационные потоки; потоки отходов процесса жизнедеятельности; другие.

Потоки масс, энергий и информации распределяясь в земном пространстве, образуют среду обитания для живой природы – человека, фауны, флоры. Человек и окружающая его среда гармонично взаимодействуют и развиваются лишь в условиях, когда эти потоки находятся в пределах, благоприятно воспринимаемых человеком и природной средой. Любое превышение привычных уровней потоков сопровождается негативными воздействиями на человека и (или) среду. В естественных условиях такие взаимодействия наблюдаются при изменении климата и стихийных явлениях. В условиях техносферы негативные воздействия обусловлены ее элементами и действиями человека.

Результат влияния фактора воздействия потока на объект зависит от свойств и параметров потока, а также от свойств объекта. Изменяя величину любого потока минимально значимой до максимально возможной, можно пройти ряд характерных состояний взаимодействия в системе «человек – среда обитания»:

- комфортное (оптимальное), когда потоки соответствуют оптимальным условиям взаимодействия, создают оптимальные условия деятельности и отдыха; предпосылки для проявления наивысшей работоспособности; гаранта, сохранение здоровья человека и целостности компонентов среды обитания;
- допустимое, когда потоки, воздействуя на человека и среду обитания, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека. Соблюдение условий допустимого взаимодействия гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в среде обитания;
- опасное, когда потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая

при длительном воздействии заболевания, и/или приводят к деградации природной среды;

- чрезвычайно опасное, когда потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в природной среде.

Из четырех характерных состояний взаимодействия человека со средой обитания лишь первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям повседневной жизнедеятельности, а два других (опасное и чрезвычайно-опасное) – недопустимы для процессов жизнедеятельности человека, сохранения и развития природной среды.

Проиллюстрируем сказанное конкретным примером.

В естественных условиях поверхности Земли температура атмосферного воздуха изменяется от -88 до $+600$ $^{\circ}\text{C}$, в то время как температура внутренних органов человека за счет терморегуляции его организма сохраняется комфортной, близкой к $+37$ $^{\circ}\text{C}$. При выполнении тяжелых работ и при высокой температуре окружающего воздуха температура тела человека может повышаться на 12 $^{\circ}\text{C}$. Наивысшая температура внутренних органов, которую выдерживает человек $+43$ $^{\circ}\text{C}$, минимальная – $+25$ $^{\circ}\text{C}$.

Температура воздуха в рабочих и жилых помещениях, на улицах и в природных условиях существенно влияет на состояние организма человека, изменяя его жизненный потенциал. При низких температурах нам холодно, при высоких – жарко. При температуре наружного воздуха $+30^{\circ}\text{C}$ и более работоспособность человека значительно падает. Установлено, что у человека существует зависимость комфортных температур окружающей среды от категории тяжести выполняемых работ (легкая, средняя, тяжелая), от периода года и некоторых других параметров микроклимата.

Так, для человека, выполняющего легкую работу, комфортная температура: летом составляет $23 - 25$ $^{\circ}\text{C}$, зимой – $22 - 24$ $^{\circ}\text{C}$; для человека занимающегося тяжелым физическим трудом, летом – $18 - 20$ $^{\circ}\text{C}$, зимой – $16 - 18$ $^{\circ}\text{C}$. На рисунке 2.2 показана зависимость жизненного потенциала человека от изменения температуры окружающего воздуха при длительном выполнении легких работ.

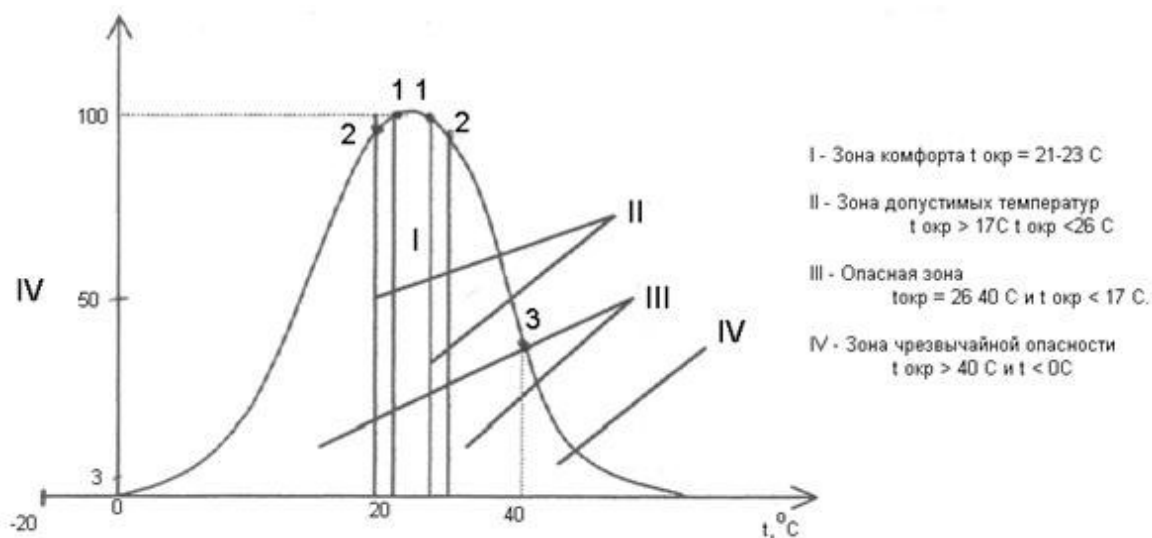


Рисунок 2.2. – Зависимость жизненного потенциала человека от температуры окружающего воздуха при длительном выполнении легких работ

Отклонения температуры окружающей от комфортных значений на $\pm (2-5)^{\circ}\text{C}$ (зона II) считаются допустимыми, поскольку не оказывают влияния на здоровье человека, а лишь уменьшают производительность его деятельности. Дальнейшие отклонения температуры окружающей среды от допустимых значений (зона III) сопровождается тяжелыми воздействиями на организм человека и ухудшением его здоровья (нарушение дыхания, сердечной деятельности). При еще больших отклонениях температур окружающего воздуха от допустимых значений (зона IV) возможен перегрев (гипертермия) или переохлаждение (гипотермия) организма человека, а также получение им тепловых или холодных травм.

Таким образом:

1. Взаимодействие человека с живой и неживой природой, с социальной средой и техносферой основано на обмене потоками веществ, энергий и информации.
2. Потоки отличаются многообразием и в большинстве случаев жизненно необходимы.
3. Ряд потоков (техногенные отходы, потоки при стихийных явлениях, при взрывах и пожарах и т.п.) носят негативный характер, представляя угрозу жизни человека, социальной среде, устойчивому состоянию биосферы и техносферы.
4. Взаимодействие человека со средой обитания может быть негативным и позитивным, характер взаимодействия определяют потоки веществ, энергий и информации.

5. Результаты негативного воздействия потоков на человека зависят в основном от интенсивности и продолжительности воздействия этих потоков, а также от способности человека воспринимать потоки воздействия.

ТЕМА 3.

ТЕХНОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ДЕСТАБИЛИЗАЦИИ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

План:

- 3.1. Степень согласованности деятельности человека с законами и принципами общей экологии
- 3.2. Глобальные факторы дестабилизации природной среды
- 3.3. Факторы дестабилизации природной среды в России

3.1. Степень согласованности деятельности человека с законами и принципами общей экологии

Известно, что основное воздействие человека на среду связывается с его орудийной деятельностью, энерговооруженностью, а также с умением накапливать, хранить и передавать поколениям информацию. Эти три составляющие характеризуют, в конечном счете, отличие человека от других живых существ, степень согласованности его действий с биосферными процессами, возможности нахождения своего места в биосфере экологически обусловленными методами.

1. Изменение границ оптимальных и лимитирующих факторов. Человек способен изменять силу действия и число лимитирующих факторов, а также расширять или, наоборот, сужать границы оптимальных значений факторов среды. Например, снятие урожая неизбежно связано с обеднением почв элементами минерального питания растений и переводом некоторых из них в категорию лимитирующих факторов.

Человек неизмеримо расширил свои адаптационные возможности за счет кондиционирования условий своей среды (одежда, жилище, новые материалы и т.п.) и тем самым резко уменьшил зависимость от природной среды и представляемых ею ресурсов. Например, в рационе человека пищевые ресурсы дикой природы составляют только 10–

15%. Остальные пищевые потребности удовлетворяются за счет культурного хозяйства.

Следствием уменьшения зависимости от факторов среды является расширение человеком своего ареала на всю планету и снятие естественных механизмов регулирования численности популяции.

2. Изменение факторов и механизмов регулирования численности популяции. Человек снял или частично разрушил практически все природные механизмы популяционного гомеостаза по отношению к своей популяции. Абиотические факторы почти не сказываются на численности. Она практически не регулируется хищниками, паразитами и межвидовыми конкурентными отношениями. Острота внутривидовых взаимоотношений снимается социальными и юридическими нормами поведения. Болезни, уносившие ранее миллионы жизней (оспа, малярии, холера, чума и др.), полностью или в основном локализованы. Болезни цивилизации (сердечно-сосудистые, онкологические, СПИД и др.) при современных темпах увеличения народонаселения (на 85 – 90 млн. человек ежегодно) заметно не изменяют тенденций экспоненциального роста численности вида.

Применительно к человеку практически «не работает» принцип территориальности как фактор регулирования численности популяции. Территориальные перемещения ресурсов снимают различия их запасов в пределах обширных регионов. Природно-территориальные (экосистемные) границы все больше заменяются административно-территориальными.

Регулирование плотности человеческой популяции, если оно имеет место, осуществляется за счет осознанного воздействия на рождаемость, а не в ответ на имеющуюся численность, что характерно для биологических популяций.

3. Воздействие на функционирование экосистем. Отдельные экосистемы и даже их крупные блоки (например, степи, прерии) человек практически полностью уничтожил. В других он серьезно нарушает свойственные им процессы, принципы и закономерности функционирования:

а) цепи питания и экологические пирамиды. В природных экосистемах на высоких звеньях цепей питания не бывает большой продукции, биомассы и численности организмов. Человек нарушил этот принцип по отношению, как к своей популяции, так и к другим видам (сортам, породам). Такое несоответствие природным экосистемам стало возможным благодаря присвоению и вложению в системы дополнительной энергии. Нарушение правил экологических пирамид оказывается неоправданно дорогим. Оно неизбежно сопровождается

изменениями в круговоротах веществ, накоплением отходов и загрязнением среды (например, животноводческие комплексы). Нарушение правил пирамид обуславливается также тем, что потребительские интересы человека вышли за пределы биологических ресурсов в целом.

б) изменение границ экологических ниш. Человек существенно изменяет границы экологических ниш организмов. За этим следует усиление конкуренции и действие правила конкурентного исключения. Конечный результат таких явлений – обеднение видового состава сообществ. Последнее, в свою очередь, расширяет возможности для внедрения в экосистемы несвойственных им видов.

в) воздействие на динамику экосистем. Рубки лесов, осушение болот, пожары и другие виды антропогенной деятельности приводят к разрушению или нарушению конечных (климаксных) стадий экосистем, к замене их промежуточными сообществами. Человек нередко поддерживает экосистемы на промежуточных стадиях динамики в течение длительного времени для получения интересующего его эффекта. К примеру, он сохраняет лиственные леса на месте коренных хвойных, поскольку они более ценные в рекреационном (для отдыха) отношении или устойчивые к загрязнению атмосферы.

Иногда наоборот стимулируются сукцессионные процессы для быстрее перевода экосистем в завершающие стадии динамики. Все это приводит к снижению устойчивости сообществ.

4. Влияние человека на функции живого вещества в биосфере. Одним из масштабных результатов деятельности человека является нарушение механизмов функционирования живого вещества и его функций.

а) контрастность живого вещества. Важным условием постоянства (контрастности) массы живого вещества в биосфере является сохранение условий, обеспечивающих нормальную продуктивность сообществ. Эти условия нарушаются в результате истощения почв, замены более продуктивных экосистем менее продуктивными, отчуждения земель под различные виды строительства и т.п.

За счет повышения человеком продуктивности экосистем, например окультуривания земель, потери живого вещества не компенсируются;

б) транспортная и рассеивающая функции живого вещества. Эти функции человек изменяет или дополняет, перемещая большие массы продукции в пространстве, нарушая при этом круговороты (например, вынос водным стоком натрия, магния, кальция, калия и азота с площадей вырубок увеличился соответственно в 3; 8; 9; 20 и 100 раз).

в) деструкционная и конструкционная функции. Усиление человеком разрушительных явлений в биосфере происходит в результате извлечения ресурсов из недр, а также использования поверхности литосферы.

Результатом интенсификации концентрационных процессов является накопление на поверхности земли ресурсов или продуктов их переработки в таких объемах, что они выделяются в специфические техногенно-геохимические провинции.

5. Следствие различий темпов социального и технического прогресса. Для социальных и связанных с ними техногенных структур характерна низкая экологическая эффективность. Основная часть ресурсов составляет отходы. Такие явления во многом обусловлены несоответствием темпов развития технических и социальных структур.

6. Изменение временного фактора развития биосферных процессов. Период развития биосферы, связанный с деятельностью человека, рассматривают как «ноогенез». Ему предшествовал период «биогенеза». Эти периоды не сопоставимы ни по продолжительности, ни по интенсивности изменения среды и биосферных процессов.

Нарушение временного фактора развития биосферы и среды обитания приводит к несоответствию темпов изменения среды и адаптационных возможностей организмов. Следствием этого является нарушение в соотношении численности отдельных видов (результат неодинаковой адаптивности), снижение устойчивости и продуктивности экосистем, гибель некоторых видов.

7. Отчужденность человека от природы. Действия человека характеризуются не только нарушением временного фактора в развитии биосферных процессов, но и отчужденностью (эмансипацией) от природы, подчинением ее своим целям. Чаще всего он выступает как внешний фактор по отношению к экосистемам. Это дает основание говорить о специфической экологической нише человека.

3.2. Глобальные факторы дестабилизации природной среды

К числу основных глобальных факторов дестабилизации природной среды, которые проявляются как последствия чрезвычайных ситуаций экологического характера относятся:

- рост потребления природных ресурсов при их сокращении;
- рост населения планеты при сокращении пригодных для обитания территорий;

- деградация основных компонентов биосферы и обусловленное этим снижение способности природы к самоподдержанию и обеспечению существования человеческой цивилизации;
- возможные изменение климата и истощение озонового слоя Земли;
- сокращение биологического разнообразия;
- возрастание экологического ущерба от стихийных бедствий и техногенных катастроф.

Характеристика глобальных экологических проблем.

Изменения глобального климата. Глобальное изменение климата связано с «парниковым эффектом». Антропогенные выбросы углекислого газа, метана и некоторых других газов, уничтожение лесов, изменения ландшафтов и землепользования увеличивают количество «парниковых» газов в атмосфере, что приводит к повышению средней температуры поверхности Земли. Каков же механизм возникновения «парникового эффекта» и связанного с ним изменения климата? «Парниковые» газы, состоящие на три пятых из углекислого газа, накапливаются в атмосфере быстрее, чем поглощаются природными процессами, образуют над землей нечто вроде окна. Вследствие накопления большого количества этих газов создаются условия, аналогичные парниковым, когда видимые лучи солнца достигают земной поверхности и нагревают ее, но инфракрасное излучение не уходит обратно в космос

В связи со значительными выбросами в атмосферу так называемых «парниковых газов» (углекислый газ, метан, фреон и др.) задерживается солнечное излучение в приповерхностных слоях Земли, вызывая общее потепление. В результате этого поверхностная среднегодовая температура в северном полушарии в настоящее время стала на 0,4 °C выше, чем в 1956 – 1980 гг. К 2000 г. ее повышение в среднем составило на 1,3 °C. По данным третьего доклада об оценках Межправительственной группы экспертов по изменению климата (2000) концентрация углекислого газа в атмосфере с 1750 по 2000 гг. увеличилась на 31%. Столь высокого уровня, как в настоящее время, она не достигала ни разу за последние 420 тыс. лет. Таким образом, одним из главных факторов, которые сказываются на климате, является содержание в атмосфере двуокиси углерода. Промышленные выбросы этого газа влияют на среднюю температуру в 5 раз сильнее, чем солнечная активность. В настоящее время благодаря фабрикам и заводам, автомобилям и самолетам, благодаря вырубке лесов содержание двуокиси углерода в атмосфере на треть выше, чем в «экологически девственном» 1750 г.

Хотя некоторые регионы от этого потепления как бы выигрывают, например, огромные пространства на севере Канады и России станут доступными для освоения по мере оттаивания тундры. Сезон роста растений в Европе увеличится на 11 дней. В России эффект глобального потепления скажется сильнее, чем в большинстве развитых стран. Так, повышение средней температуры для России на $2 - 4^{\circ}\text{C}$ для сельского хозяйства является благом, оно как бы сдвинется в более северные широты. С другой стороны, возможность деградации вечной мерзлоты представляет собой реальную угрозу для нефтегазовой промышленности. Другими словами, в мировом масштабе выигравших от глобального потепления климата будет несравненно меньше, чем проигравших. Среди причин, которые вызывают парниковый эффект, можно выделить производство энергии (50%), выбросы озono-разрушающих веществ (20%), жизнедеятельность тропических лесов (15%), сельскохозяйственное производство (15%).

Разрушение озонового слоя Земли. Озоновый слой, находящийся примерно на высоте 24 км, защищает земную поверхность от губительных ультрафиолетовых лучей Солнца.

Обеспокоенность состоянием озонового слоя была впервые высказана в 1974 г., когда было установлено, что фторуглеродороды могут разрушать озоновый слой, защищающий Землю от ультрафиолетового излучения. Выбрасываемые в атмосферу фторированные и хлорированные углеводороды (ФХУ) и галогенные соединения (галогены) разрушают хрупкую структуру этого слоя. Озоновый слой истощается, что обуславливает появление так называемых «озоновых дыр». Проникающие УФ-лучи солнца опасны для всего живого на Земле. Особенно отрицательно они воздействуют на здоровье человека, его иммунную и генную системы, вызывая рак кожи и катаракту. Разрушение озонового слоя ведет к росту ультрафиолетового излучения, что в свою очередь приведет к росту инфекционных заболеваний.

Ультрафиолетовые лучи могут уничтожить планктон — крошечные организмы, составляющие основу цепи питания в океане. Они также опасны для растительного мира на суше, в том числе для сельскохозяйственных культур. По оценкам, уменьшение озона на 25 % приводит к потерям 10 % основных веществ в освещенном, теплом и биологически богатом верхнем слое океана и к потерям в 35 % — вблизи поверхности воды. Так как планктон составляет основу цепи питания в море, изменения его количества и видового состава будут оказывать влияние на добычу рыбы и моллюсков. Потери такого рода будут оказывать прямое влияние на снабжение продуктами питания. То есть изменение уровня ультрафиолетового излучения в результате

истощения озонового слоя Земли может оказать существенное влияние на производство продуктов питания.

Монреальский протокол (1987) существенно ограничивает производство и потребление озоноразрушающих веществ, среди которых наиболее разрушительное воздействие оказывает хлорфторуглерод-12, или фреон. Этот газ до последнего времени широко применялся в кондиционерах воздуха, холодильных установках, аэрозольных разбрызгивателях, в производстве пенопластов и средств пожаротушения.

Выпадение кислотных дождей и трансграничное загрязнение воздуха. Попадая в атмосферу, диоксид серы и оксиды азота, получившиеся в результате сгорания органического топлива, могут разноситься ветром на значительные расстояния от источника выброса и возвращаются на землю с дождем, снегом или туманом. Загрязненные осадки, называемые кислотными дождями, меняют кислотность озер, рек и почвы в местах выпадания, что приводит к гибели многих животных и растений, а также вызывает значительные потери и дополнительные затраты в коммунальной сфере.

Проблема кислотных осадков во многом связана с трансграничным переносом загрязнителей по воздуху. Трансграничное загрязнение атмосферы вызывает кислотные осадки с негативными последствиями для экономики стран – «реципиентов», отдаленных от источников загрязнения на сотни километров, – пример экологического дисбаланса, иногда ведущего к межгосударственной напряженности. А ведь кислотные осадки – это гибель лесных массивов (в Германии – до 50 %), мор рыбы во внутренних водоемах, интенсификация коррозии открытых металлических конструкций, повреждение памятников культуры и истории.

Сокращение площади лесов. Очевидно, что экономический рост, связанный с получением максимальной выгоды от производства за счет истощения природных ресурсов и разрушения окружающей среды, исчерпал себя. Экстенсивное природопользование, в силу возрастания абсолютной и относительной ограниченности энергетических, минеральных, водных, лесных, земельных и других ресурсов, возможностей естественного самовосстановления окружающей среды, в последние десятилетия становится одним из основных факторов, препятствующих социально-экономическому развитию.

Следует отметить, что возможность поддержания темпов экономического роста за счет увеличения использования ресурсов уже практически исчерпаны. При сохранении нынешних темпов вырубки лесов их площадь к началу XXI в. сократится почти на 40 %. В XX в.

было уничтожено около половины тропических лесов планеты. В настоящее время их ежегодные потери, по оценкам специалистов, составляют 16 – 17 млн. га. Это превышает вдвое уровень потерь в 1980г. и соответствует площади Японии. Леса, как известно, являются «легкими» Земли: они вырабатывают основную массу кислорода, играющего важную роль в обеспечении замкнутого кругооборота вещества в биосфере. Уменьшение зеленых массивов ведет к эрозии почв, сокращению разнообразия растительного и животного мира, деградации водных бассейнов, сокращению поглощения диоксида углерода – газа, вызывающего парниковый эффект, снижению количества топливной и промышленной древесины, а в конечном итоге – к уменьшению потенциала жизнедеятельности человечества. Отметим при этом, что на долю России приходится 22 % лесов планеты.

Сокращение биологического разнообразия. По оценкам специалистов ежегодно исчезает 10 – 15 тыс. разновидностей (преимущественно простейших) организмов. Это означает, что за грядущие 50 лет планета потеряет, по разным оценкам, от четверти до половины своего биологического разнообразия. Обеднение видового разнообразия флоры и фауны существенно снижает устойчивость экосистем и биосферы в целом, что также представляет серьезную опасность для человечества. К примеру, если еще в начале века насчитывалось около 100 тыс. особей тигра, то сегодня уцелели едва 6 – 7,5 тыс. По оценкам Российского представительства Всемирного фонда дикой природы популяция уссурийского (амурского) тигра на Дальнем Востоке составляет 300 особей. Вместе с тем, по статистике Приморской природоохранной прокуратуры, в 80-е годы убиты около 30 тигров, в первой половине 90-х – до 50 особей.

Деградация земель. За время существования земледелия человечество уже потеряло 2 млрд. га биологически продуктивных почв, ставших пустынями или засоленными, загрязненными бесплодными территориями. Это больше, чем площадь современной пашни во всем мире. Скорость деградации за последние 50 лет выросла в сравнении со среднеисторической в 30 раз. Ежегодно, по оценкам, мир теряет 7 – 8 млн. га плодородных земель, а продуктивность остающихся в хозяйствовании почв падает.

70 % всех засушливых земель нашей планеты – около 3 млрд. га – уже пострадали от деградации почвы. Это ¼ часть земной суши – территории, которая превратилась в пустыню. С каждым годом нарастает химическая и физическая деградация земель, вызванная ветром и водой. В результате загрязнения значительная часть продуктов питания повседневного рациона характеризуется сейчас опасным для

здоровья человека содержанием вредных веществ. Существенное влияние на деградацию земель имеет переуплотнение почв в результате применения тяжелых сельскохозяйственных агрегатов.

Деградация физических свойств почв при переуплотнении происходит вследствие пластических деформаций, приводящих к разрушению структурного состояния почв и воздухопроницаемости. Эрозия понижает способность почвы к влагозадержанию, лишает ее питательных веществ и сокращает толщину продуктивного слоя, что снижает урожайность сельскохозяйственных культур.

Проблема деградации земель тесно связана с производством экспортных монокультур в развивающихся странах. Проблемы бедности, задолженности развивающихся стран вызывают необходимость изыскания средств для получения конвертируемой валюты. С этой целью и выращиваются сельскохозяйственные культуры, специально предназначенные на экспорт в развитые страны. Помимо того, что эта политика усугубляет продовольственные проблемы развивающихся стран, население которых страдает от голода, она отрицательно сказывается и на национальных экосистемах. Как правило, монокультуры быстро истощают почву, возникают экологические проблемы в связи с использованием химических удобрений. Особенно характерно это для стран Африки: Кения, Уганда и др.

3.3. Факторы дестабилизации природной среды в России

Угрозы катастроф, обусловленных наличием глобальных проблем, естественно, существуют и в России. По мнению многих экспертов, темпы и масштабы деградации окружающей среды в стране находятся на среднемировом уровне, но при этом по характеру деградации земель и лесов Россия ближе к развивающимся странам, а по выбросам ядовитых веществ в воздушную и водную среду, их массе и разнообразию – к развитым в промышленном отношении странам.

Вместе с тем, к особенностям деградации окружающей среды в России следует отнести *самую высокую в мире радиационную загрязненность* и более высокий по сравнению с другими развитыми странами уровень загрязнения токсичными *тяжелыми металлами, пестицидами, органическими соединениями*. Значительное негативное влияние оказывает преимущественно экстенсивный характер экономики, сопровождающийся нерациональным использованием многих видов природных ресурсов, нерациональными объемами добычи природного сырья, концентрацией производств только в отдельных регионах без учета хозяйственной емкости соответствующих экосистем,

отсутствием мощностей по переработке бытовых и производственных отходов. К этому следует добавить наличие на большинстве предприятий устаревших технологий, ненадежность технологического оборудования, обусловленную старением основных фондов, и т.д.

К числу основных факторов дестабилизации природной среды Российской Федерации относятся:

- чрезмерная зависимость экономики от природных ресурсов, что уже приводит к сокращению природного капитала страны;
- высокая доля «теневой» экономики в использовании природных ресурсов;
- ослабление управления, прежде всего контрольных функций государства в области природопользования и охраны окружающей среды;
- низкий организационный и технологический уровень производства и высокая степень изношенности основных фондов;
- последствия экономического кризиса и снижение уровня жизни населения;
- низкий уровень экологического сознания и культуры.

Следует отметить, что экологическая безграмотность влечет за собой экономическую безграмотность. Это проявляется, в первую очередь, в принятии решений и осуществлении хозяйственных проектов, которые не учитывают в полной мере экологическую составляющую экономики.

ТЕМА 4.

ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЧЕЛОВЕКА

План:

- 4.1. Техногенные системы: определение и классификация
- 4.2. Признаки техногенных систем
- 4.3. Законы развития технических систем
- 4.4. Определение опасности технических систем
- 4.5. Принципы и факторы усиления техногенной опасности

4.1. Техногенные системы: определение и классификация

Техногенная система – сложная, искусственно созданная человеком конструкция, которая работает в контакте с природной средой. Эта система, непрерывно развиваясь, оказывает на Землю растущее разрушительное воздействие.

Различают следующие типы техногенных систем: селитебная (относящаяся к жилой зоне и инфраструктуре города), промышленная, транспортная, рекреационная, лесотехническая, водоохранная; сельскохозяйственная.

Природно-техногенные системы – совокупность природных объектов и инженерных сооружений, взаимодействующих с окружающей средой. Например, природно-техногенные геологические системы – совокупность природных объектов геологической среды и технических сооружений, находящихся тесной взаимосвязи (например, горнодобывающий комплекс)

Современная научно-техническая революция значительно усложняет взаимоотношения между обществом, производством и природой. Современные масштабы производственной деятельности, объемы которой удваиваются каждые 15 лет, обуславливают изменение качества природной среды и ее ресурсов. Многие результаты производственной деятельности имеют отрицательное воздействие на окружающую среду: загрязнение воздушного и водного бассейнов, почвы, тепловое загрязнение, повышенный уровень шума, ионизирующего излучения и многое другое. Подход к решению данной проблемы состоит в том, чтобы определить пределы устойчивости биосферы, равновесия природных систем, выявить основные аспекты влияния хозяйственной деятельности человека на естественные процессы в биосфере и предотвратить их негативное влияние.

В результате хозяйственной деятельности человека формируются своеобразные нообиогеоценозы. К ним относятся *технобиогеоценозы*, создаваемые в процессе развития промышленных предприятий; *агроценозы*, создаваемые в результате сельскохозяйственной деятельности; *урбабиогеоценозы* – образуются в результате строительства городов, поселков, транспортных коммуникаций.

При появлении в структуре экологической системы объектов промышленного производства, оказывающих влияние на ее функционирование, возникает новая искусственная экологическая система, называемая *природно-промышленной системой*

Структура природно-промышленной или техногенной системы – промышленные, коммунальные, бытовые, природные, аграрные

объекты, относительно устойчивые и самостоятельные, функционирующие как единое целое на основе определенного типа обмена веществом и энергией, информацией.

Главным компонентом техногенной системы, определяющим направление деятельности и характер ее воздействия на окружающую среду, является ее *промышленное звено*. В структурной схеме промышленного звена выделяются объекты основного производства, предприятия вспомогательного производства, объекты энергетики, организации по строительству и реконструкции действующих промышленных предприятий.

Продукцией промышленного звена считается вся продукция, которая отправляется за пределы природно-промышленного комплекса, а также предназначенная для удовлетворения собственных нужд и поддержания заданной продуктивности системы. К продуктам промышленного звена относятся и отходы производства: газообразные, жидкие, пылевидные промышленные выбросы, тепловые потоки и шум.

Вспомогательные производства включают в себя организации, деятельность которых связана с обслуживанием основного производства. В него входят ремонтно-механическая база, промышленный транспорт, склады готовой продукции, сырья и оборудования, а также предприятия, обеспечивающие строительство новых и реконструкцию действующих основных предприятий, энергетических объектов, транспортных магистралей.

Коммунально-бытовое звено обеспечивает жизнедеятельность людей, занятых в промышленности и на предприятиях по производству сельскохозяйственной и другой продукции природно-промышленного комплекса. Основными объектами этого звена являются: селитебная зона, предприятия питания, торговли, медицинские учреждения, общественный транспорт, культурные и учебные заведения, рекреационные объекты (парки, стадионы, пляжи и т. д.). Продукцией коммунально-бытового звена считаются продукты, потребляемые населением, а также отходы и выбросы коммунально-бытовых предприятий.

Границы техногенной системы определяются границами зоны влияния промышленных предприятий на окружающую среду, входящих в систему.

Основная особенность экологической системы, в составе которой функционирует природно-промышленный комплекс, состоит в том, что практически все компоненты этой системы находятся под постоянным воздействием промышленных предприятий и испытывают на

себе их влияние. Сельскохозяйственные, лесные и другие угодья, расположенные на территории техногенной системы, как правило, снижают свою продукцию, а иногда полностью деградируют. В этой связи наиболее рациональным является выделение под промышленные комплексы неплодородных земель.

На территории природно-промышленных комплексов страдает и качество сельскохозяйственной продукции. Это происходит потому, что определенная часть промышленных выбросов может вовлекаться в естественный круговорот веществ природных сообществ и попадать в организм человека, который является звеном в экологической цепи. Поэтому сельскохозяйственные угодья, расположенные на территории промышленных комплексов, должны оцениваться не только по продуктивности, но и по качеству получаемой продукции.

4.2. Признаки технических систем

Техническая система – совокупность упорядоченно взаимодействующих элементов, обладающая свойствами, не сводящимися к свойствам отдельных элементов, и предназначенная для выполнения определенных полезных технологических функций.

Чтобы познать эти закономерности, необходимо определить, что такое техническая система, из каких элементов она состоит, как возникают и функционируют связи между частями, каковы последствия от действия внешних и внутренних факторов, и т.д. Несмотря на огромное разнообразие, технические системы обладают рядом общих свойств, признаков и структурных особенностей, что позволяет считать их единой группой объектов.

Основные признаки технических систем:

- системы состоят из частей, элементов, т.е. имеют структуру;
- элементы (части) системы имеют связи друг с другом, соединены определенным образом, организованы в пространстве и времени;
- каждая система в целом обладает каким-то особым качеством, неравным простой сумме свойств составляющих ее элементов, иначе пропадает смысл в создании системы (цельной, функционирующей, организованной).

Техническая система имеет 4 главных (фундаментальных) признака:

- функциональность,
- целостность (структура),

- организация,
- системное качество.

Отсутствие хотя бы одного признака не позволяет считать объект технической системой.

Определение функции. Функционирование это изменение свойств, характеристики качеств системы в пространстве и времени. Функция – это способность техногенной системы проявлять свое свойство (качество, полезность) при определенных условиях и преобразовывать предмет труда (изделие) в требуемую форму или величину.

Каждая техногенная система может выполнять несколько функций, из которых только одна рабочая, ради которой она и существует, остальные – вспомогательные, сопутствующие, облегчающие выполнение главной. Определение главной полезной функции (ГПФ) иногда вызывает затруднение. Это объясняется множественностью требований, предъявляемых к данной системе со стороны выше и ниже лежащих систем, а также соседних, внешних и прочих систем. Отсюда кажущаяся бесконечность определений ГПФ (принципиальная неохватность всех свойств и связей).

Определение структуры. Совокупность (целостность) элементов и свойств неотъемлемый признак системы. Соединение элементов в единое целое нужно для получения (образования, синтеза) полезной функции, т.е. для достижения поставленной цели.

Структура – это совокупность элементов и связей между ними, которые определяются физическим принципом осуществления требуемой полезной функции.

Структура остается неизменной в процессе функционирования, т.е. при изменении состояния, поведения, совершения операций и любых других действий. Главное в структуре: элементы, связи, неизменность во времени.

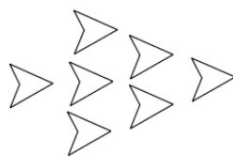
Элемент – относительно целая часть системы, обладающая некоторыми свойствами, исчезающими при отделении от системы. Элемент – минимальная единица системы, способная к выполнению некоторой элементарной функции.

Сумма свойств элемента в системе может быть больше или меньше суммы его свойств вне системы. Система становится все более универсальной при неизменном, а затем и сокращающемся количестве элементов.

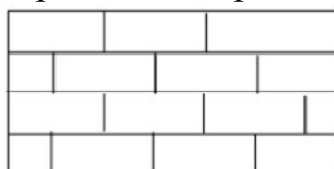
Типы структур:

1. Корпускулярная – состоит из одинаковых элементов, слабо связанных между собой; исчезновение части элементов почти не

отражается на функции системы. Примеры: эскадра кораблей, песчаный фильтр.



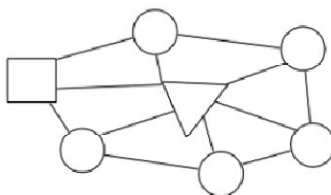
2. Кирпичная – состоит из одинаковых жестко связанных между собой элементов. Примеры: стена, арка, мост.



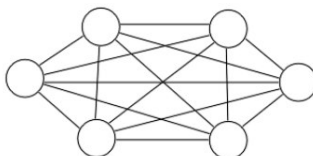
3. Цепная – состоит из однотипных шарнирно связанных элементов. Примеры: гусеница, поезд.



4. Сетевая – состоит из разнотипных элементов, связанных между собой непосредственно, или транзитом через другие, или через центральный (узловой) элемент (звездная структура). Примеры: телефонная сеть, телевидение, библиотека, система теплоснабжения.



5. Многосвязная – включает множество перекрестных связей в сетевой модели



6. Иерархическая – состоит из разнородных элементов, каждый из которых является составным элементом системы более высокого ранга и имеет связи по «горизонтали» (с элементами одного уровня) и по «вертикали» (с элементами разных уровней). Примеры: станок, автомобиль, винтовка.

4.3. Законы развития технических систем

Законы развития технических систем впервые сформулированы Г.С. Альтшуллером в книге «Творчество как точная наука», и в дальнейшем дополнялись последователями.

Изучая эволюцию технических систем во времени, Г. Альтшуллер открыл законы развития технических систем, знание которых помогает инженерам предсказывать пути возможных дальнейших улучшений продуктов:

Закон увеличения степени идеальности системы.

Техническая система в своём развитии приближается к идеальности. Достигнув идеала, система должна исчезнуть, а её функция продолжать выполняться.

Основные пути приближения к идеалу:

- повышение количества выполняемых функций,
- «свертывание» в рабочий орган,
- переход в надсистему.

При приближении к идеалу техническая система вначале борется с силами природы, затем приспосабливается к ним и, наконец, использует их для своих целей.

Закон увеличения идеальности наиболее эффективно применяется к тому элементу, который непосредственно расположен в зоне возникновения конфликта или сам порождает нежелательные явления. При этом повышение степени идеальности, как правило, осуществляется применением незадействованных ранее ресурсов (веществ, полей), имеющих в зоне возникновения задачи. Чем дальше от зоны возникновения конфликта будут взяты ресурсы, тем в меньшей степени удастся продвинуться к идеалу.

Закон S-образного развития технических систем

Эволюцию множества систем можно изобразить логистической кривой, показывающей, как меняются во времени темпы её развития. Выделяются три характерных этапа:

1. «Детство». Идёт, как правило, достаточно долго. В этот момент идёт проектирование системы, её доработка, изготовление опытного образца, подготовка к серийному выпуску.

2. «Расцвет». Она бурно совершенствуется, становится всё более мощной и производительной. Машина выпускается серийно, её качество улучшается и спрос на неё растёт.

3. «Старость». С какого-то момента улучшать систему становится всё труднее. Мало помогают даже крупные увеличения ассигнований. Несмотря на усилия конструкторов, развитие системы не поспевает за

всё возрастающими потребностями человека. Она пробуксовывает, топчется на месте, меняет свои внешние очертания, но остаётся такой, какая есть, со всеми своими недостатками. Все ресурсы окончательно выбраны. Если попытаться в этот момент искусственно увеличивать количественные показатели системы или развивать её габариты, оставляя прежний принцип, то сама система вступает в конфликт с окружающей средой и человеком. Она начинает больше приносить вреда, чем пользы.

В качестве примера рассмотрим паровоз. Вначале был достаточно долгий экспериментальный этап с единичными несовершенными экземплярами, внедрение которых в добавок сопровождалось сопротивлением общества. Затем последовало бурное развитие термодинамики, совершенствование паровых машин, железных дорог, сервиса – и паровоз получает публичное признание и инвестиции в дальнейшее развитие. Затем, несмотря на активное финансирование, произошёл выход на природные ограничения: предельный тепловой КПД, конфликт с окружающей средой, неспособность увеличивать мощность без увеличения массы – и, как следствие, в области начался технологический застой. И, наконец, произошло вытеснение паровозов более экономичными и мощными тепловозами, и электровозами. Паровой двигатель достиг своего идеала – и исчез. Его функции взяли на себя ДВС и электромоторы – тоже вначале несовершенные, затем бурно развивающиеся и, наконец, упирающиеся в развитии в свои природные пределы. Затем появится другая новая система – и так бесконечно.

Закон динамизации

Надёжность, стабильность и постоянство системы в динамичном окружении зависят от её способности изменяться. Развитие, а значит и жизнеспособность системы, определяется главным показателем: *степенью динамизации*, т.е. способностью быть подвижной, гибкой, приспособляемой к внешней среде, меняющей не только свою геометрическую форму, но и форму движения своих частей, в первую очередь рабочего органа. Чем выше степень динамизации, тем, в общем случае, шире диапазон условий, при которых система сохраняет свою функцию. Например, чтобы заставить крыло самолёта эффективно работать в существенно разных режимах полёта (взлёт, крейсерский полёт, полёт на предельной скорости, посадка), его динамизируют путём добавления закрылков, предкрылков, интерцепторов, системы изменения стреловидности и проч.

Однако для подсистем закон динамизации может нарушаться – иногда выгоднее искусственно уменьшить степень динамизации под-

системы, тем самым упростив её, а меньшую стойкость / приспособляемость компенсировать созданием стабильной искусственной среды вокруг неё, защищённой от внешних факторов. Но в итоге совокупная система (над-система) всё же получает большую степень динамизации. Например, вместо того, чтобы приспособливать трансмиссию к загрязнению путём её динамизации (самоочистка, смазка, перебалансировка), можно поместить её в герметичный кожух, внутри которого создана среда, наиболее благоприятная для движущихся частей (прецизионные подшипники, масляный туман, подогрев и проч.)

Другие примеры:

- в 10 – 20 раз снижается сопротивление движению плуга, если его лемех вибрирует с определенной частотой в зависимости от свойств грунта;

- ковш экскаватора, превратившись в роторное колесо, породил новую высокоэффективную систему добычи полезных ископаемых;

- автомобильное колесо из жёсткого деревянного диска с металлическим ободом стало подвижным, мягким и эластичным.

Закон полноты частей системы

Любая техническая система, самостоятельно выполняющая какую-либо функцию, имеет четыре основные части – двигатель, трансмиссию, рабочий орган и средство управления. Если в системе отсутствует какая-либо из этих частей, то её функцию выполняет человек или окружающая среда.

Двигатель – элемент технической системы, являющийся преобразователем энергии, необходимой для выполнения требуемой функции. Источник энергии может находиться либо в системе (например, бензин в баке для двигателя внутреннего сгорания автомобиля), либо в надсистеме (электроэнергия из внешней сети для электродвигателя станка).

Трансмиссия – элемент, передающий энергию от двигателя к рабочему органу с преобразованием её качественных характеристик (параметров).

Рабочий орган – элемент, передающий энергию на обрабатываемый объект, и завершающий выполнение требуемой функции.

Средство управления – элемент, регулирующий поток энергии к частям технической системы и согласующий их работу во времени и пространстве.

Анализируя любую автономно работающую систему, будь то холодильник, часы, телевизор или авторучка, везде можно видеть эти четыре элемента.

Пример: Фрезерный станок. Рабочий орган: фреза. Двигатель: электродвигатель станка. Всё что находится между электродвигателем и фрезой можно считать трансмиссией. Средство управления – человек-оператор, рукоятки и кнопки, или программное управление (станок с программным управлением). В последнем случае программное управление «вытеснило» человека-оператора из системы.

Закон сквозного прохода энергии

Итак, любая работающая система состоит из 4-х основных частей и любая из этих частей является потребителем и преобразователем энергии. Но мало преобразовать, надо ещё без потерь передать эту энергию от двигателя к рабочему органу, а от него – на обрабатываемый объект. Это закон сквозного прохода энергии. Нарушение этого закона ведёт к возникновению противоречий внутри технической системы, что в свою очередь порождает изобретательские задачи.

Главным условием эффективности технической системы с точки зрения энергопроводимости является равенство способностей частей системы по принятию и передаче энергии.

Примеры: Импедансы передатчика, фидера и антенны должны быть согласованы – в этом случае в системе устанавливается режим бегущей волны, наиболее эффективный для передачи энергии. Рассогласование ведёт к появлению стоячих волн и диссипации энергии.

Первое правило энергопроводимости системы: Если элементы при взаимодействии друг с другом образуют энергопроводящую систему с полезной функцией, то для повышения её работоспособности в местах контактирования должны быть вещества с близкими или одинаковыми уровнями развития.

Второе правило энергопроводимости системы: Если элементы системы при взаимодействии образуют энергопроводящую систему с вредной функцией, то для её разрушения в местах контактирования элементов должны быть вещества с различными или противоположными уровнями развития.

Пример: При застывании бетон сцепляется с опалубкой, и её трудно потом отделить. Две части хорошо согласовались между собой по уровням развития вещества – оба твёрдые, шероховатые, неподвижные и т.д. Образовалась нормальная энергопроводящая система. Чтобы не допустить её образования, нужно максимальное рассогласование веществ, например: твёрдое – жидкое, шероховатое – скользкое, неподвижное – подвижное. Здесь может быть несколько конструктивных решений – образование прослойки воды, нанесение специальных скользких покрытий, вибрация опалубки и др.

Третье правило энергопроводимости системы: Если элементы при взаимодействии друг с другом образуют энергопроводящую систему с вредной и полезной функцией, то в местах контактирования элементов должны быть вещества, уровень развития которых и физико-химические свойства изменяются под воздействием какого-либо управляемого вещества или поля.

Пример: Согласно этому правилу выполнено большинство устройств в технике, где требуется соединять и разъединять энергопотоки в системе. Это различные муфты включения в механике, вентили в гидравлике, диоды в электронике и многое другое.

Закон опережающего развития рабочего органа

В технической системе основной элемент – рабочий орган. И чтобы его функция была выполнена нормально, его способности по усвоению и пропусканию энергии должны быть не меньше, чем двигатель и трансмиссия. Иначе он или сломается, или станет неэффективным, переводя значительную часть энергии в бесполезное тепло. Поэтому желательно, чтобы рабочий орган опережал в своём развитии остальные части системы, то есть обладал большей степенью динамизации по веществу, энергии или организации.

Часто изобретатели совершают ошибку, упорно развивая трансмиссию, управление, но не рабочий орган. Такая техника, как правило, не даёт значительного прироста экономического эффекта и существенного повышения КПД.

Пример: Производительность токарного станка и его техническая характеристика оставались почти неизменными на протяжении многих лет, хотя интенсивно развивались привод, трансмиссия и средства управления, потому что сам резец как рабочий орган оставался прежним, то есть неподвижной моносистемой на макроуровне. С появлением вращающихся чашечных резцов производительность станка резко поднялась. Ещё больше она возросла, когда была задействована микроструктура вещества резца: под действием электрического тока режущая кромка резца стала колебаться до нескольких раз в секунду. Наконец, благодаря газовым и лазерным резцам, полностью изменившим облик станка, достигнута невиданная ранее скорость обработки металла.

Закон перехода с макро- на микроуровень

Переход с макро- на микроуровень – главная тенденция развития всех современных технических систем. Для достижения высоких результатов задействуются возможности структуры вещества. Вначале используется кристаллическая решетка, затем ассоциации молекул, единичная молекула, часть молекулы, атом и, наконец, части атома.

Пример: В погоне за грузоподъёмностью на закате поршневой эры самолёты снабжались шестью, двенадцатью и более моторами. Затем рабочий орган – винт – все же перешел на микроуровень, став газовой струёй

4.4. Определение опасности технических систем

Опасность – объективно существующая возможность негативного воздействия на объект или процесс, в результате которого может быть причинен какой-либо ущерб, вред, ухудшающий состояние, придающий развитию нежелательные динамику или параметры.

Классификация факторов опасности «источников опасности»:

1 экологические факторы – факторы, обусловленные причинами природного характера;

2 социально-экономические факторы – факторы, обусловленные причинами социального, экономического, психологического характера;

3 техногенные (или антропогенные) факторы – факторы, обусловленные хозяйственной деятельностью людей;

4 военные факторы – факторы, обусловленные работой военной промышленности.

Все эти факторы и их воздействия необходимо рассматривать комплексно с учетом их взаимного влияния и связей иерархического характера.

Опасность – свойство, внутренне присущее сложной технической системе. Она может реализоваться в виде прямого или косвенного ущерба для объекта (предмета) воздействия постепенного или внезапного и резкого – в результате отказа системы.

Определяющие признаки: возможность непосредственного отрицательного воздействия на объект (предмет); возможность нарушения нормального состояния элементов производственного процесса, в результате которого могут возникнуть нежелательные события. Наличие хотя бы одного из указанных признаков является достаточным для отнесения факторов к опасным или вредным.

Процесс развития опасности можно описать следующей логической последовательностью: нарушение технологического процесса, допустимых пределов эксплуатации, условий содержания и т.п. – накопление, образование поражающих факторов, приводящих к аварии технической системы – разрушение конструкции – выброс, образование поражающих факторов – воздействие (взаимодействие) пора-

жающих факторов с объектом воздействия (с окружающей природной средой, человеком, объектами техносферы и пр.) – реакция на поражающее воздействие.

В зависимости от особенностей технической системы отдельные элементы приведенной цепи могут отсутствовать. Каждому такому событию можно приписать частный показатель в виде вероятности события: вероятность отказа технической системы – вероятность аварийного исхода – вероятность образования поражающих факторов – вероятность поражения объектов воздействия – вероятность вторичных поражающих факторов – вероятность воздействия – вероятность поражения. Из приведенной логической последовательности следует, что наличие потенциальной опасности в системе не всегда сопровождается ее негативным воздействием на объект. Любое исключение в цепи ведет к не реализации опасности.

Таким образом, для реализации опасности необходимо наличие:

1. источника вреда
2. потенциальной жертвы
3. ситуации причинения ущерба.

4.5. Принципы и факторы усиления техногенной опасности

Анализ имеющихся статистических данных по аварийности и травматизму свидетельствует, что главную угрозу представляют потоки энергии и вредных веществ, а основные закономерности в их появлении характеризуются следующим:

- а) аварийность и травматизм можно интерпретировать как совокупность сравнительно редких, случайных событий – происшествий;
- б) возникновение каждого из них обусловлено чаще всего не отдельно взятой причиной, а цепью соответствующих предпосылок;
- в) инициаторами и звеньями такой цепи служат ошибки людей, отказы техники и / или нерасчетные воздействия на них извне.

Выявленные выше закономерности позволили сформулировать ***энергоэнтропийную концепцию техногенного риска***, необходимую для обоснования объекта и предмета соответствующей деятельности, а также формулирования соответствующих принципов и методов.

Под ***энтропией*** принято принимать меру хаоса, дезорганизации и структурной неупорядоченности систем, интенсивности разрушения связей между их элементами.

Сущность энергоэнтропийной концепции заключается в следующем:

1. Техногенная опасность связана с энергопотреблением – выработкой, хранением и преобразованием механической, электрической, химической и других видов энергии.

2. На практике она реализуется в результате нежелательного высвобождения накопленных потенциалов энергии и разрушительного распространения соответствующих потоков.

3. Внезапный выход и нежелательное распространение потоков энергии и вещества может сопровождаться техногенными происшествиями с гибелью людей, повреждениями техники и/или природной среды.

4. Данные происшествия вызваны предпосылками, приводящими к потере управления энергомассообменом, разрушительному воздействию его потоков на людей, оборудование и внешнюю среду.

5. Указанные предпосылки делятся на ошибочные действия людей, отказы технологического оборудования и неблагоприятные воздействия на них извне.

Таким образом:

- производственная деятельность связана с энергопотреблением (выработка, хранение, преобразование различных видов энергии);

- уменьшение энергетических потенциалов сопровождается совершением работы;

- диссипация – одно из основных свойств энергии: энтропия (мера хаоса) закрытой системы самопроизвольно увеличивается (Второе начало термодинамики);

- неуправляемое высвобождение накопленной энергии приводит к аварии («с точки зрения энергии» это направление более простое, чем совершение полезной «для человека» работы).

Правомерность энергоэнтропийной концепции, подтверждается эмпирическими данными: все известные техногенные происшествия обусловлены разрушительным высвобождением энергии и вредных веществ.

Научно-технический прогресс в XX веке привел к усилению техногенной опасности, и этот поворот вызван следующими **причинами**:

1 Развитие производства вызвало непомерное увеличение объемов материального обмена с природой и энергетического уровня обмена и усиление негативных техногенных факторов. В результате чего нагрузка на природные защитные механизмы достигла уровня, превышающего подчас их возможности.

2. Прирост производственного потенциала совершался за короткий промежуток времени, в течение которого не могла произойти адаптация природной среды.

Таким образом, к общим факторам усиления техногенной опасности следует отнести объективно существующее противоречие между растущими потребностями человечества и скудеющими возможностями природы по их удовлетворению и как следствие между все увеличивающимся числом новых для человека вредных факторов и имеющимися у него защитными механизмами.

ТЕМА 5.

ОСНОВЫ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

План:

- 5.1. Экологическая безопасность, ее составляющие
- 5.2. Концепция ПДК. Санитарно-гигиеническое нормирование
- 5.3. Производственно-хозяйственные нормативы
- 5.4. Комплексное (экосистемное) нормирование

5.1. Экологическая безопасность, ее составляющие

При определении объектов и субъектов безопасности нельзя ограничиваться лишь социальной сферой и отрывать человека от природы, т.к. будет нарушаться системное единство природы, обществ и человека.

Экологическая безопасность – процесс обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы и государства от реальных и потенциальных угроз, создаваемых антропогенными и естественными воздействиями на окружающую среду.

Какими единицами измеряется экологическая безопасность?

В качестве единиц измерения безопасности предлагается использовать показатели, характеризующие состояние человека и состояние (качество) окружающей среды. Соответственно целью процесса обеспечения безопасности является достижение максимально благоприятных показателей здоровья человека и высокого качества окружающей среды.

Здоровье человека – это функциональное состояние его организма, обеспечивающее продолжительность жизни, физическую и умственную работоспособность, самочувствие и функцию воспроизводства здорового потомства.

Общественное здоровье – такой интегральный показатель (характеристика) динамической совокупности индивидуальных уровней здоровья членов общества, который отражает степень вероятности достижения максимального уровня здоровья, а также жизнеспособность и ост общества.

Необходимо определить и показатели, по которым можно было бы количественно оценивать состояние и качество природной среды. К таким количественным характеристикам можно отнести степень близости состояния экосистем на границе ее устойчивости, где будет потеряна предсказуемость изменений экосистем.

Для более точной оценки устойчивости экосистем воспользуемся **природно-экологической классификацией угасания природы** или, иначе, показателями самовосстановления систем. Для этого можно выделить несколько градаций. Дадим характеристику этим градациям:

- естественное состояние: наблюдается лишь фоновое антропогенное воздействие; биомасса максимальна, биологическая продуктивность минимальна;
- равновесное состояние: скорость восстановительных процессов выше или равна темпу нарушения; биологическая продуктивность больше естественной, биомасса начинает снижаться;
- кризисное состояние: антропогенные нарушения превышают по скорости естественно-восстановительные процессы, но сохраняются естественный характер экосистем; биомасса снижается, биологическая продуктивность резко повышена;
- критическое состояние: обратимая замена прежде существовавших экосистем под антропогенным воздействием на менее продуктивное (частичное опустынивание), биомасса мала и, как правило, снижается;
- катастрофическое состояние: трудно обратимый процесс закрепления малопродуктивной экосистемы (сильное опустынивание), биомасса и биологическая продуктивность минимальны;
- состояние коллапса: необратимая утеря биологической продуктивности, биомасса стремится к нулю.

Помимо природно-экологической классификации угасания (восстановления) природы нужна и **медико-социальная шкала**, т.е. объективные показатели изложенной классификации природной среды, которая классифицируется по следующим градациям:

- благополучная зона (ситуация): происходит устойчивый рост продолжительности жизни, заболеваемость населения снижается;
- зона напряженной экологической ситуации: ареал, в пределах которого наблюдается переход состояния природы от кризисного к критическому;
- зона критической обстановки;
- зона чрезвычайной экологической ситуации – участки территории, где в результате хозяйственной и иной деятельности происходят отрицательные изменения в окружающей среде, влекущие за собой нарушение здоровья населения, нарушение равновесия естественных экосистем, прежде всего повреждение генетических фондов растений и животных;
- зона экологического бедствия – участки территорий, где в результате хозяйственной и иной деятельности, либо естественных катаклизмов произошли необратимые изменения окружающей среды, влекущие за собой увеличение заболеваемости и смертности населения, разрушение биогеоценозов.

Основные принципы обеспечения экологической безопасности:

- социальное и экономическое развитие общества, в ходе которого обеспечивается возрастающее качество жизни людей при сокращении и стабилизации отрицательного воздействия на окружающую среду, соблюдаются законы развития биосферы, природно-климатических зон;
- соблюдение установленных государством допустимых уровней воздействия на окружающую среду и человека;
- неистощительное природопользование, при котором ресурсное обеспечение в равной мере удовлетворяет интересы нынешнего и будущего поколений;
- обязательность компенсации нанесенного здоровью человека и природе ущерба и взаимная ответственность административно-территориальных образований за состояние окружающей среды и трансграничный перенос загрязнений;
- своевременное выявление и восстановление нарушенных территорий (акваторий), экосистем и природных комплексов;
- сохранение биологического разнообразия;
- действие международного права, выполнение дву- и многосторонних договоров, регламентирующих природопользование и качество жизни.

5.2. Концепция ПДК. Санитарно-гигиеническое нормирование

Проблема сохранения окружающей среды в каждой стране решается в соответствии с особенностями ее социального устройства и уровня развития производства. Даже в экономически развитых странах в подавляющем большинстве современных производственных процессов пока еще используют открытые технологические циклы, которые не исключают выбросов вредных веществ в окружающей среде. Если в стратегическом плане максимальное внимание отраслевой науки должно быть уделено разработке безотходных технологий с комплексной переработкой сырья в замкнутых производственных циклах, то сохранение качества окружающей среды при использовании технологий сегодняшнего дня требует разработки эффективных сооружений для очистки и обезвреживания промышленных стоков, выбросов и отходов и строгого нормирования поступления в биосферу тех или иных токсикантов.

Для предотвращения негативных последствий воздействия загрязняющих веществ на отдельные компоненты природной среды необходимо знать их предельные уровни, при которых возможна нормальная жизнедеятельность и функционирование организмов. Основной величиной экологического нормирования содержания вредных химических соединений в компонентах природной среды является предельно допустимая концентрация (ПДК).

ПДК – это такое содержание вредного вещества в окружающей среде, которое при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства. При определении ПДК учитывается не только влияние загрязняющих веществ на здоровье человека, но и его воздействие на животных, растения, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом.

ПДК загрязняющих веществ для воздуха, воды, почвы, для пищевых продуктов и кормов устанавливаются в законодательном порядке или рекомендуются компетентными учреждениями. В настоящее время установлены ПДК большого количества вредных веществ для воздушной и водной среды и сравнительно недавно начаты исследования по разработке ПДК загрязняющих веществ для почвы.

Нормативы качества воздуха

Качество атмосферного воздуха – совокупность свойств атмосферы, определяющая степень воздействия химических, физических и

биологических факторов на людей, растительный и животный мир, а также на материалы, конструкции и окружающей среды в целом.

Для воздушной среды существует несколько видов ПДК. Нормативами качества воздуха определены допустимые пределы содержания вредных веществ как в производственной (предназначенной для размещения промышленных предприятий, опытных производств научно-исследовательских институтов и т.п.), так и в селитебной зоне (предназначенной для размещения жилого фонда, общественных зданий и сооружений) населенных пунктов.

Предельно допустимая концентрация максимально разовая (ПДК_{мр}) – концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, не вызывающая при вдыхании в течение 20 минут рефлекторных реакций в организме человека.

Предельно допустимая концентрация среднесуточная (ПДК_{сс}) – это концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного воздействия при неограниченно долгом (годы) вдыхании.

Предельно допустимая концентрация вредного вещества в воздухе рабочей зоны (ПДК_{рз}) – концентрация, которая при ежедневной (кроме выходных дней) работе в течение 8 часов или при другой продолжительности, но не более 41 часа в неделю (в России 40-часовая рабочая неделя), на протяжении всего рабочего стажа не должна вызывать заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами исследования, в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующего поколений. Рабочей зоной следует считать пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой находятся места постоянного или временного пребывания рабочих. При этом у лиц с повышенной чувствительностью возможны некоторые нарушения состояния здоровья (ГН 2.2.5.686-98).

Значение нормативов ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе санаторно-курортных зон принимается численно на 20 % меньше, чем для обычных населенных мест.

Нормативы качества воды

Качество воды – характеристика ее состава и свойств, определяющая ее пригодность для конкретных видов водопользования; при этом показатели качества представляют собой признаки, по которым производится оценка качества воды.

В соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 *питьевая вода* должна быть безопасна в эпидемическом и радиационном отношении, без-

вредна по химическому составу и должна иметь благоприятные органолептические свойства.

По санитарному признаку устанавливаются микробиологические и паразитологические показатели воды (число микроорганизмов и число бактерий группы кишечных палочек в единице объема). Токсикологические показатели воды, характеризующие безвредность ее химического состава, определяются содержанием химических веществ, которое не должно превышать установленных нормативов. Наконец, при определении качества воды учитываются органолептические (воспринимаемые органами чувств) свойства: температура, прозрачность, цвет, запах, вкус, жесткость.

Требования к *качеству воды нецентрализованного водоснабжения* определены СанПиН 2.1.4.1175-02, причем нормируются запах, вкус, цветность, мутность, коли-индекс (количественный показатель фекального загрязнения воды или пищевых продуктов), а также указывается, что содержание химических веществ не должно превышать значений соответствующих нормативов.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (ПДКв) – это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать прямого или косвенного влияния на организм человека в течение всей его жизни и на здоровье последующих поколений и не должна ухудшать гигиенические условия водопользования.

Предельно допустимая концентрация в воде водоема, используемого для рыбохозяйственных целей (ПДКрх) – это концентрация вредного вещества в воде, которая не должна оказывать вредного влияния на популяции рыб, в первую очередь, промысловых.

Для сравнительной оценки загрязнения водной среды используются различные индексы, которые позволяют учесть присутствие нескольких загрязняющих веществ. Наиболее распространенными являются: комплексный гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ), показатель биохимического поглощения кислорода (БПК) и индекс сапробности, который показывает уровень загрязнения воды органическими веществами.

Нормативы качества почв

Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы (СанПиН 2.1.7.1287-03) устанавливают требования к качеству почв населенных мест и сельскохозяйственных угодий, обуславливающие соблюдение гигиенических нормативов при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции (техническом перевооружении) и эксплуатации объектов различного назначения, в том числе и тех,

которые могут оказывать неблагоприятное воздействие на состояние почв. Этот документ содержит список нормативов ПДК для почв сельскохозяйственного использования, а для жилых зон – перечень объектов наблюдения и основных показателей оценки санитарного состояния почв населенных мест.

Основные понятия, касающиеся химического загрязнения почв, установлены ГОСТом 27593-88. Почвы.

Предельно допустимая концентрация химического вещества в почве представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве, так как используемые при ее обосновании критерии отражают возможные пути воздействия загрязняющего вещества на контактирующие среды, биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения.

Иные нормативы

Для веществ, о действии которых не накоплено достаточной информации, могут устанавливаться временно допустимые концентрации (ВДК) – полученные расчетным путем нормативы, рекомендованные для использования сроком на 2-3 года. Для ВДК в воздухе и воде употребляется также термин ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ), а для ВДК в почве – ориентировочная допустимая концентрация (ОДК).

5.3. Производственно-хозяйственные нормативы

Производственно-хозяйственные нормативы качества устанавливают требования к источнику вредного воздействия, ограничивая его деятельность определенной пороговой величиной.

Нормативы выбросов загрязняющих веществ

Предельно допустимый выброс (ПДВ) – масса вещества в отходящих газах, максимально допустимая к выбросу в атмосферу в единицу времени. ПДВ устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы (и для каждой примеси, выбрасываемой этим источником) таким образом, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников города или другого населенного пункта с учетом перспективы развития промышленных предприятий и рассеивания вредных веществ в атмосфере не создают приземной концентрации, превышающей их ПДК_{мр}.

Основные значения ПДВ – максимальные разовые – устанавливаются при условии полной нагрузки технологического и газоочистного оборудования и их нормальной работы и не должны превышать в любой 20-минутный период времени.

Наряду с максимальными разовыми (контрольными) значениями ПДВ (г/с) устанавливаются производные от них годовые значения ПДВг (т/г) для отдельных источников и предприятия в целом с учетом временной неравномерности выбросов, в том числе с учетом планового ремонта технологического и газоочистного оборудования.

Нормативы сбросов

Основным нормативом сбросов загрязняющих веществ, установленным в РФ, является *предельно допустимый сброс (ПДС, НДС)* – масса нормируемого вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению хозяйствующим субъектом в установленном режиме в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном створе. НДС – предел по расходу сточных вод и концентрации содержащихся в них примесей – устанавливается с учетом ПДК веществ в местах водопользования (в зависимости от его вида), ассимилирующей способности водного объекта, перспектив развития региона и оптимального распределения массы загрязняющих веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды. Величина НДС должна гарантировать достижение установленных норм качества воды (санитарных или рыбохозяйственных) при наихудших гидрологических условиях для разбавления в конкретном водном объекте.

В тех случаях, когда предприятие аргументировано обосновывает временную невозможность достижения расчетных значений ПДВ и НДС, устанавливаются нормативы временно согласованных выбросов (ВСВ) и *временно согласованных сбросов (ВСС)* на период до пяти лет. Одновременно должны быть разработаны и планомерно реализуются программы поэтапного снижения показателей выбросов и сбросов вредных веществ до значений, которые обеспечивают соблюдение ПДВ или НДС соответственно. В тех случаях, когда достижение величин ПДВ или НДС экономически невыгодно или физически невозможно для предприятия, срок действия разрешенных ВСВ и ВСС продлевается несколько раз, обычно при условии некоторого постепенного снижения уровня загрязнения.

Нормирование образования отходов

Отходы – это непригодные для производства данной продукции виды сырья, неупотребимые или утратившие свои свойства остатки или вещества и энергия.

Норматив образования отходов – установленное количество отходов конкретного вида при производстве единицы продукции, т. е. представляет собой удельный показатель образования отходов на расчетную единицу, за которую в зависимости от источника образо-

вания отходов могут быть приняты: единица произведенной продукции, единица используемого сырья, единица расстояния, единица площади, численность человек, посадочные места, другое.

5.4. Комплексные нормативы (экосистемное нормирование)

При проектировании различных предприятий, развитии населенных пунктов, формировании территориально-производственных комплексов проектировщиками и местной администрации должно руководствоваться предельно-допустимыми нормами (экологической) нагрузки – ПДН (ПДЭН), – на окружающую среду с учетом потенциальных ее возможностей, рационального использования природных ресурсов, обеспечения благоприятных условий жизни населения, недопущения необратимых изменений в окружающей природе.

ПДН (ПДЭН) – это допустимые размеры антропогенного воздействия на природные ресурсы или природные комплексы, не приводящие к нарушению экологических функций природной среды.

Для определения таких нагрузок важным является такое понятие как *емкость природной среды* – потенциальная способность природной среды перенести ту или иную антропогенную нагрузку без нарушения своей экологической функции.

Показатели ПДН свидетельствуют о потенциальных возможностях природной среды.

Цель разработки и применения норм ПДН – обеспечение рационального сочетания хозяйственной деятельности с охраной окружающей среды.

Встречаются отраслевые и региональные нормы ПДН.

Отраслевые относятся к отдельным природным ресурсам, например:

- оптимальное число охотников, приходящихся на число диких животных или единицу охотничьих угодий;
- предельное число домашнего скота, приходящихся на единицу пастбищных угодий;
- предельные нормы посетителей, пребывающих одновременно на экскурсии в заповеднике.

Региональные нормы ПДН разрабатываются с учетом хозяйственной деятельности или рекреационной нагрузки на природные комплексы. К примеру, известны нормы воздействий на экосистему озера Байкал, которые устанавливают экологические ограничения на ис-

пользование различных природных сред, а в целом сохраняют экосистему озера.

Нормативы ПДН утверждаются и разрабатываются отраслевыми или местными экологическими организациями. Они индивидуальны для каждого региона и могут меняться в зависимости от состояния окружающей природной среды и ее отдельных ресурсов.

ТЕМА 6.

РИСК И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК

План:

- 6.1. Риск как мера безопасности техногенных систем
- 6.2. Классификация видов риска
- 6.3. Особенности экологического риска

6.1. Риск как мера безопасности техногенных систем

В соответствии с современными взглядами риск интерпретируется как вероятностная мера возникновения техногенных или природных явлений, сопровождающихся возникновением, формированием и действием опасностей и нанесенного при этом социального, экономического, экологического и других видов ущерба и вреда.

Под ***риском*** следует понимать ожидаемую частоту или вероятность возникновения опасностей определенного класса, или же размер возможного ущерба (потерь, вреда) от нежелательного события, или же некоторую комбинацию этих величин. Применение понятия риск, таким образом, позволяет переводить опасность в разряд измеряемых категорий. Риск, фактически, есть мера опасности.

Формирование опасных и чрезвычайных ситуаций – результат определенной совокупности факторов риска, порождаемых соответствующими источниками

Применительно к проблеме безопасности жизнедеятельности таким событием может быть ухудшение здоровья или смерть человека, авария или катастрофа технической системы или устройства, загрязнения или разрушение экологической системы, гибель группы людей или возрастание смертности населения, материальный ущерб от реализовавшихся опасностей или увеличение затрат на безопасность.

Каждое нежелательное событие может возникнуть по отношению к определенной жертве – объекту риска

На процесс зарождения и развития риска оказывает свое влияние многообразие факторов и условий, характерных для промышленной системы (рис.6.1). Знакомство с приведенной схемой позволяет выделить целый ряд первопричин риска: отказы в работе узлов и оборудования вследствие их конструктивных недостатков, плохого технического изготовления или нарушения правил технического обслуживания; отклонения от нормальных условий эксплуатации; ошибки персонала; внешние воздействия и пр.

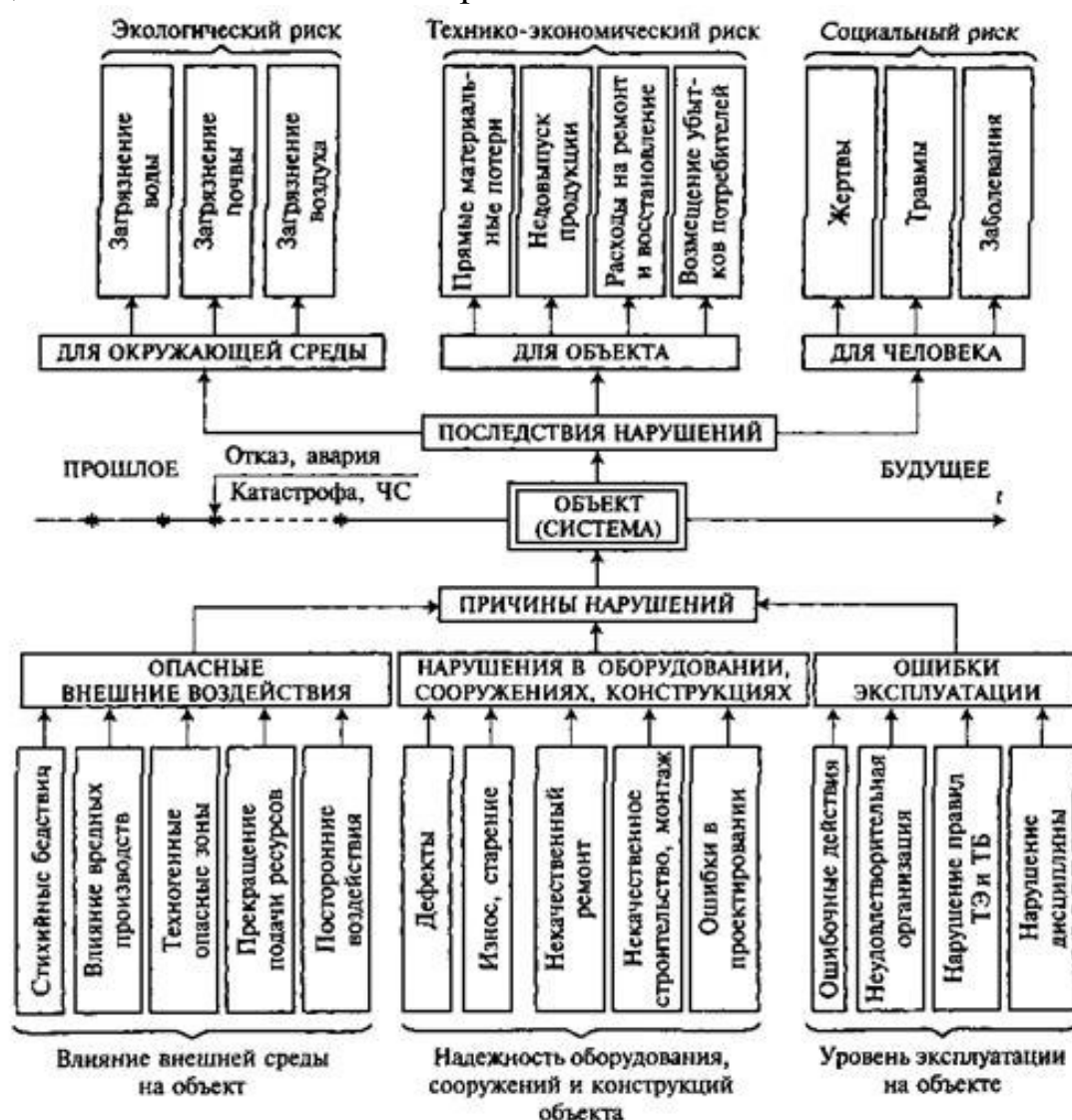


Рисунок 6.1. – Функциональная модель развития риска

Вследствие возможности возникновения указанных причин опасные промышленные объекты постоянно находятся в неустойчивом состоянии, которое по отношению к безопасности производства ста-

новится особенно критичным при возникновении аварийных ситуаций на объектах.

Риск возникает при следующих необходимых и достаточных условиях:

- существование фактора риска (источника опасности);
- присутствие данного фактора риска в определенной, опасной (или вредной) для объектов воздействию дозе;
- подверженность (чувствительность) объектов воздействия к факторам опасностей.

Между авариями в самых разных отраслях можно заметить явное сходство.

Обычно аварии предшествует накопление дефектов в оборудовании или отклонение от нормального хода процессов. Эта фаза может длиться минуты, сутки или даже годы. Сами по себе дефекты или отклонения еще не приводят к аварии, но готовят почву для нее. Операторы, как правило, не замечают этой фазы из-за невнимания к регламенту или недостатка информации о работе объекта, так что у них не возникает чувства опасности.

На следующей фазе происходит неожиданное или редкое событие, которое существенно меняет ситуацию. Операторы пытаются восстановить нормальный ход технологического процесса, но, не обладая полной информацией, зачастую только усугубляют развитие аварии. Наконец, на последней фазе еще одно неожиданное событие – иногда совсем незначительное – играет роль толчка, после которого техническая система перестает подчиняться людям, и происходит катастрофа.

Риск является неизбежным, сопутствующим фактором промышленной деятельности. Риск объективен, для него характерны неожиданность, внезапность наступления, что предполагает прогноз риска, его анализ, оценку и управление – ряд действий по недопущению факторов риска или ослаблению воздействия опасности.

6.2. Классификация видов риска

Формирование опасных и чрезвычайных ситуаций – результат определенной совокупности факторов риска, порождаемых соответствующими источниками.

Применительно к проблеме безопасности жизнедеятельности таким событием может быть ухудшение здоровья или смерть человека, авария или катастрофа технической системы или устройства, загрязнения или разрушение экологической системы, гибель группы людей

или возрастания смертности населения, материальный ущерб от реализовавшихся опасностей или увеличения затрат на безопасность.

Выделяют 5 видов риска:

Индивидуальный риск обусловлен вероятностью реализации потенциальных опасностей при возникновении опасных ситуаций. Его можно определить по числу реализовавшихся факторов риска:

$$R_{\text{и}} = \frac{P(f, t)}{L(f, t)}$$

где: $R_{\text{и}}$ – индивидуальный риск; P – число пострадавших (погибших) в единицу времени (t) от определенного фактора риска (f); L – число людей, подверженных соответствующему фактору риска (f) в единицу времени (t).

Таблица 6.1. – Источники и факторы индивидуального риска

Источник индивидуального риска	Наиболее распространенный фактор риска смерти
Внутренняя среда организма человека	Наследственно-генетические, психосоматические заболевания, старение
Виктимность	Совокупность личностных качеств как жертвы потенциальных опасностей
Привычки	Курение, употребление алкоголя, наркотиков, иррациональное питание
Социальная экология	Некачественные воздух, вода, продукты питания; вирусные инфекции, бытовые травмы, пожары
Профессиональная деятельность	Опасные и вредные производственные объекты
Транспортное сообщение	Аварии и катастрофы транспортных средств, их столкновение с человеком
Непрофессиональная Деятельность	Опасности, обусловленные любительским спортом, туризмом, другими увлечениями
Социальная среда	Вооруженный конфликт, преступление, суицид
Окружающая природная среда	Землетрясение, извержение вулкана, наводнение, оползни, ураган и др.

Индивидуальный риск может быть добровольным, если он обусловлен деятельностью человека на добровольной основе, и вынужденным, если человек подвергается риску в составе части общества (например, проживание в экологически неблагоприятных регионах, вблизи источников повышенной опасности).

Технический риск – комплексный показатель надежности элементов техносферы. Он выражает вероятность аварии и катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений:

$$R_T = \frac{\Delta T(t)}{T(f)}$$

где: R_T – технический риск; ΔT – число аварий в единицу времени (t) на идентичных ТС; T – число идентичных ТС, подверженных общему фактору риска (f).

Таблица 6.2. – Источники и факторы технического риска

Источник технического риска	Наиболее распространенные факторы технического риска
Низкий уровень НИР	Ошибочный выбор направлений развития техники и технологии по критериям безопасности
Низкий уровень ОКР	Выбор потенциально опасных конструктивных схем и принципов действия техногенной системы. Ошибки в определении эксплуатационных нагрузок. Неправильный выбор конструктивных материалов. Недостаточный запас прочности. Отсутствие в проектах технических средств безопасности
Опытное производство новой техники	Некачественная доводка конструкций, технологий, документации по критериям безопасности
Серийный выпуск небезопасной техники	Отклонение от заданного химического состава конструкционных материалов. Недостаточная прочность конструкционных материалов. Нарушение режимов термической и химико-термической обработки деталей. Нарушение регламентов сборки и монтажа конструкций и машин
Нарушение правил эксплуатации действия техногенной системы	Использование техники не по назначению. Нарушение паспортных (проектных) режимов эксплуатации. Несвоевременные профилактические осмотры и ремонты. Нарушение требования транспортирования и хранения
Ошибка персонала	Слабые навыки действия в сложной ситуации. Неумение оценивать информацию о состоянии процесса. Слабое знание сущности происходящего процесса. Отсутствие самообладания в условиях стресса. Недисциплинированность

Экологический риск выражает вероятность экологического бедствия, катастрофы, нарушения дальнейшего функционирования и существования экологических систем и объектов в результате антропогенного вмешательства в природную среду или стихийного бедствия. Нежелательные события экологического риска могут проявляться как непосредственно в зонах вмешательства, так и за их пределами:

$$R_o = \frac{\Delta O(t)}{O}$$

где: R_o – экологический риск; ΔO – число антропогенных экологических катастроф и стихийных бедствий в единицу времени (t); O – число потенциальных источников экологических разрушений на рассматриваемой территории.

Таблица 6.3. – Источники и факторы экологического риска

Источник экологического риска	Наиболее распространенные факторы экологического риска
Антропогенное вмешательство в природную среду	Разрушение ландшафтов при добыче полезных ископаемых; образование искусственных водоемов; интенсивная мелиорация; истребление лесных массивов
Техногенное влияние на окружающую среду	Загрязнение водоемов, атмосферного воздуха вредными веществами, почвы – отходами производства; изменение газового состава воздуха; энергетическое загрязнение биосферы
Природное явление	Землетрясения, извержения вулканов, наводнения, ураган, ландшафтный пожар, засуха

Социальный риск характеризует масштабы и тяжесть негативных последствий чрезвычайной ситуации, а также различного рода явлений и преобразований, снижающих качество жизни людей. По существу – это риск для группы или сообщества людей. Оценить его можно, например, по динамике смертности, рассчитанной на 1000 человек:

$$R_c = \frac{1000 * (C_2 - C_1)}{L} * (t)$$

где: R_c – социальный риск; C_1 – число умерших в единицу времени t (смертность) в исследуемой группе в начале периода наблюдения, например до развития ЧС; C_2 – смертность той же группы людей в конце периода наблюдения, например на стадии затухания ЧС; L – общая численность исследуемой группы людей.

Таблица 6.4. – Источники и факторы социального риска:

Источник социального риска	Наиболее распространенные факторы социального риска
Урбанизация экологически неустойчивых территорий	Поселение людей в зонах затопления, образования оползней, селей, ландшафтных пожаров, извержения вулканов, повышенной сейсмичности региона
Промышленные технологии и объекты повышенной опасности	Аварии на АЭС, ТЭС, химкомбинатах и т.п. Транспортные катастрофы. Техногенное загрязнение окружающей среды
Социальные и военные конфликты	Боевые действия. Применение оружия массового поражения
Эпидемии	Распространение вирусных инфекций
Снижение качества жизни	Безработица, голод, нищета. Ухудшение медицинского обслуживания. Низкое качество продуктов питания. Неудовлетворительные жилищно-бытовые условия.

Экономический риск определяется соотношением пользы и вреда, получаемых обществом от рассматриваемого вида деятельности:

$$R_{\text{э}} = \frac{B}{\Pi} 100$$

где: $R_{\text{э}}$ – экономический риск, %; B – вред обществу от рассматриваемого вида деятельности, Π – польза.

Использование рассматриваемых видов риска позволяет выполнять поиск оптимальных решений по обеспечению безопасности как на уровне предприятия, так и на макроуровнях в масштабах инфраструктур. Для этого необходимо выбирать значения приемлемого риска.

Приемлемый риск сочетает в себе технические, экологические, социальные аспекты и представляет некоторый компромисс между приемлемым уровнем безопасности и экономическими возможностями его достижения, т.е. можно говорить о снижении индивидуального, технического или экологического риска, но нельзя забывать о том, сколько за это придется заплатить и каким в результате окажется социальный риск.

6.3. Особенности экологического риска

Разделение рисков на экологические и риски здоровью человека является условным и неоднозначным. Ниже в виде ранжированного по значимости позиций списка приводятся результаты опроса населения:

1. Действующие полигоны захоронения опасных отходов (67%)
2. Недействующие старые полигоны захоронения опасных отходов (65%)
3. Загрязнение воды стоками промышленных предприятий (63%)
4. Химические токсиканты на рабочем месте (63 %)
5. Разливы нефти и нефтепродуктов (60%)
6. Разрушение озонового слоя (60%)
7. Аварии на АЭС (60%)
8. Аварии к промышленности, приводящие к выбросам загрязнителей (58%)
9. Излучение радиоактивных отходов (58%)
10. Загрязнение воздуха промышленными предприятиями (56%)
11. Утечки из подземных хранилищ нефтепродуктов (55%)
12. Загрязнение прибрежных вод (54%)
13. Твердые отходы и мусор (53%)
14. Риск от пестицидов (52%)
15. Загрязнение воды стоками сельскохозяйственными предприятиями (51%)
16. Загрязнение воды очистными сооружениями (50%)
17. Загрязнение воздуха транспортными средствами (50%)
18. Остаточные пестициды в пищевых продуктах (49%)
19. Парниковый эффект (48%)
20. Загрязнение питьевой воды (46%).

ТЕМА 7. ВОСПРИЯТИЕ И КОММУНИКАЦИЯ РИСКА

План:

- 7.1. Восприятие риска: понятие и факторы.
- 7.2. Социально-приемлемый риск
- 7.3. Принципы управления риском

7.1. Восприятие риска: понятие и факторы

Риск многогранен по своей природе. Решения в рискованных ситуациях принимают не только на основе информации о вероятности (частоте) негативных событий, их возможных последствиях, выгодах от вида деятельности, затратах на реализацию рискованного проекта и защиту, но и в соответствии с восприятием риска различными людьми и социальными группами, приемлемости для них различных рисков. Поэтому для принятия решений и управления риском важное значение имеют результаты исследований его восприятия.

Восприятие риска – это отношение людей и общества к риску, которое необходимо учитывать при принятии решений об осуществлении рискованных проектов и выработке мероприятий по снижению риска с тем, чтобы они были правильно восприняты и адекватно реализованы.

При принятии решений об осуществлении деятельности с повышенным риском или о снижении риска необходимо учитывать не только количественные, но и качественные характеристики риска, которые обусловлены различными факторами и механизмами его восприятия. Выявленные приоритеты в обеспокоенности общества состоянием природной, техногенной, промышленной, пожарной, радиационной, общественной, экономической, экологической, национальной безопасности должны учитываться при подготовке необходимых мероприятий.

Выделяют следующие **теории восприятия риска**:

- теория знания, в основе которой лежит неявное представление, что люди воспринимают технологии как опасные, потому что они знают об их опасности;
- теория личности, объясняющая отношение к риску особенностями личного отношения к нему (одни люди любят рисковать, другие – нет).

При изучении отношения людей к риску можно воспользоваться концепцией Маслоу, которая дает основу для рассмотрения действий индивидуума в связанных с риском ситуациях. Восприятие риска может быть понято из рассмотрения потребностей первого и второго уровней. Первый уровень отвечает физиологическим потребностям человека, которые служат фундаментом для психологических потребностей. Непосредственно на этом фундаменте находится низший уровень психологических потребностей – потребность в безопасности. Ее роль и положение относительно других потребностей имеют важнейшее значение в понимании психологической основы восприятия рис-

ка. Потребности двух низших уровней требуют удовлетворения в первую очередь для сохранения здоровья. После их удовлетворения заявляют о себе потребности более высоких уровней, становясь мотиватором поведения.

Исследования по изучению факторов, определяющих восприятие риска, направлены на установление связи между двумя процессами: восприятием риска и выработкой решений по приемлемости (допустимости) риска. От восприятия риска зависит его оценка, управление им (принятие мер по его предотвращению или снижению), а также выбор пути информирования людей о том или ином риске. Проведенные исследования выявили закономерности этих процессов.

Таким образом, *восприятие риска зависит от многих факторов:*

- Фактор катастрофичности: события, в результате которых появляются человеческие жертвы, сгруппированные по времени и месту (например, взрыв на потенциально опасном объекте), затрудняют восприятие риска по сравнению с событиями, жертвы которых рассеяны по месту и времени (ДТП). Следствием действия данного фактора является социальное неприятие рисков аварий на потенциально опасных объектах, связанных со значительным ущербом.

- Фактор знакомства, т.е. риски, вызванные незнакомыми явлениями или процессами, воспринимаются с трудом.

- Фактор понимания явления или процесса простыми людьми: чем меньше понимание, тем больше внутренняя обеспокоенность и недоверие и, следовательно, больше невосприятие соответствующего риска. Например, степень неприятия риска, связанного с воздействием радиации, непосредственно не воспринимаемой органами чувств, существенно выше, чем риска, которому подвергаются жители любого промышленного города в результате выброса в атмосферу и водную среду вредных химических веществ.

- Фактор неопределенности в последствиях: чем меньшим объемом имеющихся научных данных характеризуется событие или процесс, тем больше неприятие обусловленного им риска.

- Фактор контролируемости действий или событий: проявляется в виде осознаваемой индивидуумом возможности влиять на то действие, в которое он вовлечен. Если человек находится в ситуации, развитие которой происходит независимо от его личного контроля, он склонен к большему беспокойству за последствия. Например, человек за рулем автомобиля воспринимает риск попасть в аварию в меньшей степени, чем его пассажир. Аналогичная ситуация имеет место в случае проживания в районе АЭС.

- Фактор добровольности: люди меньше задумываются о риске, если идут на него по собственной воле. Увлечение альпинизмом, например, сопряжено с немалыми угрозами жизни и здоровью, но в этих случаях проблем с восприятием риска нет. Напротив, экологические риски, обусловленные, например, загрязнением питьевой воды или воздуха, наличием даже небольшого превышения уровня ионизирующего излучения по сравнению с естественным фоном воспринимаются болезненно, так как не являются добровольными.

- Фактор воздействия на детей (на будущие поколения): риск, вызванный событиями или процессами, последствия которых сказываются в первую очередь на детях, труднее воспринимается. Примером может служить угроза попадания пестицидов или иных токсикантов в продукты детского питания.

- Фактор времени проявления эффектов: риски, обусловленные задержанными эффектами, воспринимаются хуже, чем риски от немедленных эффектов.

- Фактор идентифицируемости жертв: проявляется в различном отношении людей к конкретным лицам пострадавших в опасных ситуациях и к статистике жертв. Неприятие группой шахтеров риска оказаться в завале значительно сильнее неприятия статистических сведений о среднем числе шахтеров, погибающих под землей ежегодно.

- Фактор обратимости: неприятие риска необратимых событий (например, кислотного дождя или радиоактивного загрязнения территории) больше, чем обратимых (например, перелом ноги у лыжника при неудачном спуске с горы).

- Фактор доверия ответственным за управление риском государственным структурам: при достаточно высоком уровне доверия неприятие риска снижается и, напротив, неприятие риска возрастает в случае дефицита доверия к указанным институтам.

- Фактор внимания СМИ: если СМИ совсем не уделяют внимания каким-либо опасным событиям или информируют о них в незначительной мере, то неприятие риска этих событий как бы заторможено. Но стоит сведениям о таких событиях появиться в заголовках новостей, как неприятие соответствующих рисков существенно возрастает.

- Фактор предшествующей истории: риск деятельности, в ходе развития которой не было ни крупных аварий (катастроф), ни даже происшествий, воспринимается как малосущественный. Если же в истории производства или иной деятельности были аварии (катастрофы), то риск воспринимается как весьма серьезный. Так, новая техно-

логия – генная инженерия – имеет совсем короткую историю, в которой еще нет никаких фатальных происшествий. Поэтому люди не относят ее риск к категории важных (хотя это может быть неверным). История же ядерной энергетики включает несколько крупных аварий, следствием чего является негативное восприятие ее риска.

- Фактор справедливости: если риск распределен между членами общества более или менее равномерно, то его неприятие невелико. Однако оно резко увеличивается при явно неравномерном распределении (например, для людей, проживающих вблизи потенциально опасного объекта).

- Фактор выгоды: если польза, которую предполагается извлечь в ситуации риска, ясна, то неприятие риска мало, а в противном случае – велико.

- Фактор личной вовлеченности: возможность принятия решения прямо пропорциональна степени подверженности риску отдельного индивидуума.

- Фактор происхождения: отражает различие в восприятии риска, обусловленного антропогенными и неантропогенными опасностями. Чувствительность к риску, вызываемому опасными действиями (или бездействием) людей, выше чувствительности к риску, обусловленному, например, явлениями природы.

Действие перечисленных факторов на восприятие риска количественно изучают в ходе психометрических исследований с опросом десятков – сотен людей, данные которого обрабатывают с помощью методов многомерной статистики.

Психологические исследования выявляют различные смысловые значения понятия «риск» в зависимости от контекста, в котором этот термин используется. В то время, как в естественных науках риск обозначает вероятность эффекта, умноженную на его величину, в обыденное понимание риска входят различные дополнительные смысловые значения.

Можно выделить *главные семантические образы техногенного риска в его общественном восприятии* (О. Ренн, 1999):

- неминуемая опасность («дамоклов меч») – искусственный источник риска; большой катастрофический потенциал; восприятие случайности как угрозы;

- медленные убийцы («ящик Пандоры») – искусственные ингредиенты в пище, воде, воздухе; отдаленные некатастрофические эффекты; контингент населения в большей степени полагается на информацию, чем на опыт; поиск детерминированных решений по управлению риском;

- соотношение «затраты –выгоды» («весы Афины») – ограниченное рассмотрение только денежных доходов и потерь; большая ориентация на дисперсию распределения, чем на математическое ожидание; асимметрия между рисками и прибылью; преобладание вероятностного стиля мышления;

- любители острых ощущений (образ Геркулеса) – личный контроль над степенью риска; требуется индивидуальное мастерство для преодоления опасности; добровольная деятельность; некатастрофические последствия.

Они демонстрируют, что интуитивное понимание риска многомерно и не может быть сужено до произведения вероятностей и последствий. Восприятие риска сильно различается в зависимости от социальной и культурной среды. С точки зрения психологии риск включает в себя все нежелательные или желательные последствия, которые люди связывают с определенной причиной. Отражают ли эти причинно-следственные связи реальные опасности или выигрыши – не столь важно.

7.2. Подходы к коммуникации риска

Коммуникация риска – это целенаправленный процесс обмена сведениями о различных видах риска между заинтересованными сторонами.

Обмен сведениями может затрагивать: уровень риска; его значимость для благосостояния человека, его здоровья и состояния среды обитания; различные решения и действия (политические, административные, правовые, экономические), направленные на управление риском. Заинтересованными сторонами являются правительственные учреждения, промышленные предприятия, профсоюзы, СМИ, ученые, общественные организации и отдельные граждане. Согласно приведенному определению процесс коммуникации риска – не односторонний, а интерактивный процесс, базирующийся на существовании и действии обратных связей, обеспечивающих взаимный обмен сведениями. В этом заключается отличие коммуникации риска от информирования о нем. Действия социальных институтов по управлению риском изменяют его социальную интерпретацию.

Коммуникация риска направлена на решение следующих основных задач:

- сделать сообщения максимально доступными, чтобы все адресаты смогли понять их смысл;

- обеспечить условия для широкого обсуждения проблем риска с привлечением всех заинтересованных участников в рамках демократического процесса, направленного на разрешение конфликтов;

- создать предпосылки для того, чтобы убедить получателей сообщений изменить свое отношение к тому или иному виду риска.

Инструментами управления риском служат результаты образования (обучения), экономические и социальные мотивы, правовые ограничения. Выбор инструментов зависит от уровня риска (результата анализа риска), технических возможностей по его предотвращению или снижению, а также политических и социальных критериев, определяющих приемлемый (допустимый) риск. Формирование этих критериев зависит от процесса коммуникации риска. Действительно, представления о допустимом риске не могут сложиться без знаний и обмена мнениями о всех сторонах сопряженного с риском события, его последствиях, возможных альтернативах этому событию. Чем сложнее связанная с риском проблема, тем больше необходимо исходных сведений и подготовительной работы, чтобы принять соответствующее решение.

Таким образом, методология коммуникации риска позволяет аргументировано воздействовать на общественное мнение, ориентируя его на объективные оценки.

Подходы к коммуникации риска:

1. Технократический подход основан на абстрактном анализе риска вне связи с конкретными условиями его проявления. Он оперирует со статистическими оценками, вырабатываемыми специалистами, и фактически неприемлем для широких слоев населения.
2. Социолого-культурологический подход: подвергающийся риску индивидuum ставится в центр социума. Результатом этого должно явиться чувство социальной защищенности, которое может изменить индивидуальное восприятие риска. Вместе с тем данный подход нуждается в услугах технократической элиты общества, поскольку лишь она способна выполнить профессиональное оценивание того или иного риска.

Человек не может держать в поле зрения все многообразие рисков. В любом обществе люди относятся к риску избирательно, проявляя повышенное внимание лишь к нескольким его видам и игнорируя остальные. Таким образом, общественное восприятие риска – это социальный процесс, в котором люди проецируют на риск свои ценности и убеждения, сформированные общественными институтами, моральными установками, традициями. В общественном сознании он

преувеличивается или преуменьшается в зависимости от того, является ли вызывающая его деятельность приемлемой с точки зрения социальных, нравственных и культурных критериев данного общества.

Для повышения эффективности коммуникации риска необходимы специальные программы, которые должны предусматривать следующие действия:

- понять сущность и изучить основные характеристики риска, сведения о котором будут распространяться;
- выявить особенности всех категорий аудитории (слушателей, зрителей или читателей), для которых предназначена информация. К этим особенностям относятся демографические и психологические характеристики, данные по восприятию риска и отношению к его источникам, пути и направления использования получаемых сведений;
- подготовить и апробировать сообщения. Последние должны быть такими, чтобы привлечь внимание всех категорий аудитории, стимулировать намерение изменить отношение к риску и обусловленному им поведению, указать конкретные способы и приемы изменения поведения;
- организовать и передать сообщения. При этом необходимо точно рассчитать время передачи и дозировку информации, выбрать подходящие каналы передачи и тех лиц, которые будут непосредственно передавать ее (телеведущие, журналисты, политические или общественные деятели, ученые, врачи и т.д.);
- закрепить воздействие сообщений и индуцированного ими изменения поведения. Это означает поощрение индивидуальных контактов телезрителей, радиослушателей или читателей, выявление и поддержку связанных с изменением поведения социальных сдвигов, оценку эффективности всех этапов программы.

Перечисленные действия должны учитывать психологические факторы и механизмы восприятия риска.

Особое значение имеет так называемый **«эффект обрамления»** сведений о риске, влияние которого иллюстрируется следующим примером. Испытуемым было предложено представить, что у них выявлен рак легких и необходимо выбрать один из двух методов лечения – хирургическую операцию или лучевую терапию. Участников опыта разделили на две группы, каждая из которых получила одну и ту же информацию о методах лечения, но подача этой информации была различной. Первую группу участников знакомили с кумулятивными вероятностями, характеризующими процент выживших после лечения в зависимости от количества прошедших после него лет. Второй группе предоставляли те же фактические данные, но в ком-

ментариях о них говорилось не о выживаемости, как в первом случае, а о смертности. Например, если участникам первой группы было сказано, что 68 % больных, подвергнутых операции, проживут не менее года, то членам второй группы сообщили, что после операции 32 % больных умрут в течение первого года. Аналогичный переход к терминам смертности был сделан и при сообщении сведений о результативности лучевой терапии. Такая подача информации о риске привела к тому, что число участников эксперимента, выбравших лучевую терапию, резко сократилось с 44 до 18 %. Исследования показывают, что различное (но логически эквивалентное) представление одной и той же информации о риске может вести к разному восприятию и решениям.

7.3. Социально-приемлемый риск

Любая деятельность человека, направленная на создание материальных благ, сопровождается использованием энергии, взаимодействием его со сложными техническими системами. Уровень и состояние защиты окружающей среды в настоящее время оценивается не показателями состояния здоровья и качества окружающей среды, а надежностью и эффективностью технически систем безопасности, и следовательно носит чисто инженерный характер. Если продолжать вкладывать все больше и больше средств в техногенной системе, то мы будем вынуждены урезать финансирование социальных программ, чем сократим среднюю продолжительность жизни человека и снизим ее качество.

Потому сообщество пришло к пониманию невозможности создания **«абсолютной безопасности»** реальной действительности. Следует стремиться к достижению такого низкого уровня, который можно рассматривать, как «приемлемый». Его приемлемость должна быть обоснована экономическими и социальными соображениями. Другими словами, уровень риска от факторов опасности, обусловленных хозяйственной деятельностью, является «приемлемым», если его величина (вероятность реализации или возможный ущерб) настолько незначительна, что ради получаемой при этом выгоде в виде материальных и социальных благ, человечество в целом готово пойти на риск.

Во всех развитых странах существует устойчивая тенденция применения **концепции приемлемого риска**, а политика России основана на концепции абсолютной безопасности.

Поэтому, оценивая приемлемость различных уровней экономического риска на первом этапе, можно ограничиться рассмотрением риска лишь тех вредных последствий, которые в конечном счете, приводят в смертельным исходам. В данном случае понятие «экологический риск» может быть сформулировано как отношение величины возможного ущерба, выраженного в числе смертельных исходов от воздействия вредного экологического фактора за определенный интервал времени к нормированной величине этого фактора.

Таким образом, *главное внимание при определении экологического риска должно быть направлено на анализ соотношения вредных экологических последствий, заканчивающихся смертельными исходами, и количественной оценки, как суммарного экологического воздействия, так и его компонентов.* Общественная приемлемость экологического риска, связанного с различными видами деятельности, определяется социальными, экономическими и психологическими факторами.

ТЕМА 8.

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА

План:

- 8.1. Оценка риска при обеспечении безопасности техногенной системы
- 8.2. Методология оценки риска, методические принципы

8.1. Оценка риска при обеспечении безопасности техногенной системы

С анализом риска тесно связан другой процесс – **оценка риска** – процесс, используемый для определения величины (меры) риска анализируемой опасности для здоровья человека, материальных ценностей, окружающей среды и других ситуаций, связанных с реализацией опасности.

Оценка риска включает анализ частоты, анализ последствий и их сочетаний.

Оценка риска – этап, на котором идентифицированные опасности должны быть оценены на основе критериев приемлемого риска с целью выделения опасности с неприемлемым уровнем риска, этот шаг послужит основой для разработки рекомендаций и мер по уменьшению опасностей.

Существуют четыре разных подхода к оценке риска:

1. *Инженерный*: он опирается на статистику поломок и аварий, на вероятностный анализ безопасности (ВАБ): построение и расчет так называемых деревьев событий и деревьев отказов – процесс основан на ориентированных графах. С помощью первых предсказывают, во что может развиваться тот или иной отказ техники, а деревья отказов, наоборот, помогают проследить все причины, которые способны вызывать какое-то нежелательное явление. Когда деревья построены, рассчитывается вероятность реализации каждого из сценариев (каждой ветви), а затем – общая вероятность аварии на объекте.

2. *Модельный*: построение моделей воздействия вредных факторов на человека и окружающую среду. Эти модели могут описывать как последствия обычной работы предприятий, так и ущерб от аварий на них.

Первые два подхода основаны на расчетах, однако, для таких расчетов далеко не всегда хватает надежных исходных данных. В этом случае приемлем третий подход:

3. *Экспертный*: вероятности различных событий, связи между ними и последствия аварий определяют не вычислениями, а опросом опытных экспертов.

4. *Социологический*: исследуется отношение населения к разным видам риска, например с помощью социологических опросов.

То, что для определения риска используются четыре столь несхожих между собой метода, не должно удивлять. В разных задачах под риском следует понимать то вероятность какой-то аварии, то масштаб возможного ущерба от нее, а то и комбинацию двух этих величин. Описывая риск, нужно учитывать и выгоду, которую получает общество, когда на него идет (бесполезный риск недопустим, даже если он ничтожно мал). Иными словами, величина риска – это не какое-то одно число, а скорее вектор, состоящий из нескольких компонент. И поэтому мы имеем дело с так называемым многокритериальным выбором, процедура которого описывается теорией принятия решений.

Оценка риска служит основой для исследования и выработки мер управления риском в соответствии с алгоритмом действий (рис. 8.1).

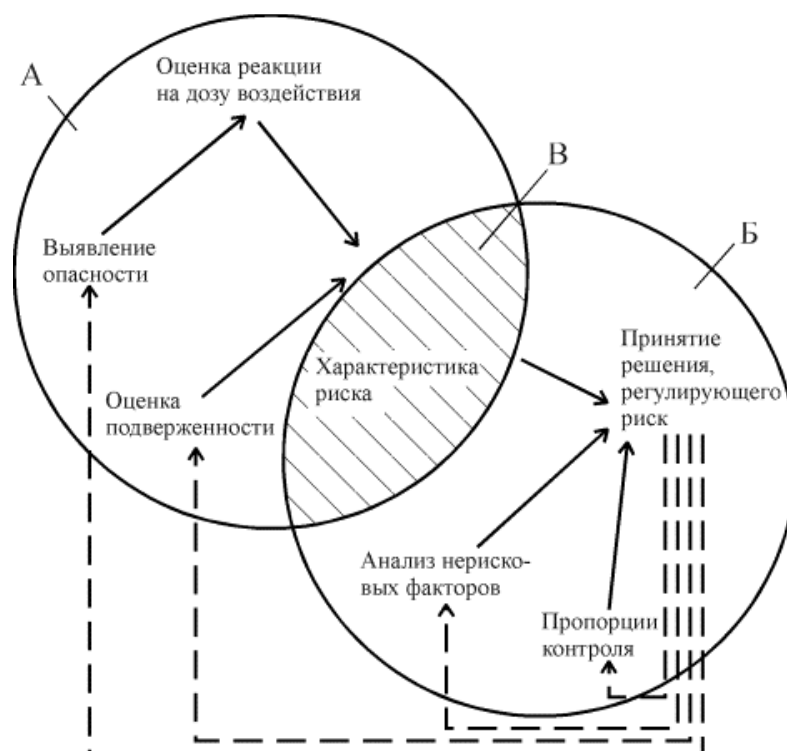


Рисунок 8.1. – Взаимосвязь между оценкой и управлением риска:

А – область оценки риска; Б – область управления риском; В – область характеристики риска; непрерывные линии – прямые связи между элементами оценки и управления риском; пунктирные линии – обратные связи принятия решения с другими элементами оценки и управления риском.

8.2. Методология оценки риска, методические принципы

Современные методы анализа риска возникли в связи с потребностью создания эффективных способов обоснования и выбора управленческих решений по регулированию воздействий факторов окружающей среды на человека и на экосистему в целом.

Этапы процедуры оценки риска:

1. **Идентификация опасности** является ключевым этапом оценки риска, определяющим целесообразность проведения дальнейших исследований. Она предусматривает установление способности фактора воздействия (например, вещества) вызывать вредные эффекты у человека, животных и растений или существенные изменения природной среды. Основной задачей этапа является выбор наиболее уязвимых биообъектов или объектов неживой природы, а также приоритетных опасных факторов, необходимых и достаточных для характеристики уровня риска и источников его возникновения. На данном этапе осуществляется оценка полноты и достоверности имеющихся данных, определяются задачи по сбору информации, анализируется

наличие сведений о количественных показателях факторов воздействия (например, концентрации, дозы, ПДК, пороги воздействия, факторы канцерогенного потенциала, различные комплексные критерии и т.д.) и формируется план проведения последующих исследований. В научном отношении идентификация опасности представляет собой процесс установления причинной связи между воздействием потенциально опасного фактора и развитием неблагоприятных эффектов у объекта. Основное значение для идентификации опасности анализируемого фактора имеют его физико-химические свойства, определяющие особенности его поведения в интересующей области влияния. Также этапом идентификации опасности предусмотрено ранжирование выявленных потенциально опасных факторов с учетом полученных ориентировочных уровней рисков и составление окончательного приоритетного перечня опасностей, используемого при дальнейшем анализе.

2. Оценка риска воздействий. При количественном определении риска и анализе различных видов воздействий широко используются следующие основные закономерности, принятые в теории опасности и риска: индексный подход при оценке опасности, аддитивность опасности и рисков, пороговый принцип, зависимость «доза-эффект» и т.д. В различных областях теории безопасности применяются различные методы оценки, основанные на тех или иных индексах опасности. В свою очередь, индексы используются при установлении риска различных видов воздействий на население или персонал при авариях и катастрофах. Примерами таких показателей являются *коэффициент (индекс) опасности*, на основе которого оценивают воздействия химических веществ на биообъекты; *индекс Доу*, обычно применяемый при оценке рисков пожароопасности и взрывоопасности; *коэффициент пороговой массы опасных веществ*, используемый при оценках опасности объектов повышенной опасности и т.д.

Базовым понятием в теории опасности и риска является зависимость «доза-эффект», которая отражает количественную характеристику токсикологического (эпидемиологического, поражающего, техногенного и др.) воздействия и определяет связь между влияющим фактором (например, дозой или концентрацией загрязняющих веществ, силой взрыва и т.д.) и случаями вредных или опасных эффектов в экспонируемой популяции. Существуют различные виды этих зависимостей.

Среди них можно выделить так называемые зависимости «доза-эффект» с *беспороговым механизмом действия*, у которых связь между дозой (интенсивностью фактора) и обусловленным ею воздейст-

вием наблюдается при любых дозах, вплоть до ничтожно малых. К таким опасностям можно отнести канцерогенное воздействие вредных веществ, развитие мутагенных эффектов и генетических дефектов при химических (радиационных) воздействиях, биологические последствия ионизирующих излучений, нарушение среды в заповедных зонах и т.д.

Однако для большинства опасностей (химических и тепловых воздействий, поражающих факторов взрывов, пожаров и т.д.) при оценке вероятности нанесения вреда используют *пороговый принцип*. В этом случае негативные последствия вызываются только тогда, когда величина дозы (концентрация, интенсивность фактора) превзойдет некоторое пороговое значение. В мировой практике используется большое число порогов (уровней) безопасного воздействия: при действии химических опасностей – это референтные дозы и концентрации, ПДК, уровни минимального риска; при оценках в области пожаро- и взрывоопасности – пороговые массы или энергии опасных веществ; области радиационной безопасности – дозовый порог и т.д.

Зависимость «доза-эффект» для большинства опасностей представляется в виде S-образной кривой с явно выраженной неопределенностью, что определяется вариабельностью (изменчивостью) данных, несовершенствованием методов и недостаточностью знаний об исследуемом опасном процессе. В теории безопасности *S-образными функциями описывают эмпирически установленный факт, что с ростом уровня воздействия любой опасности вероятность её возникновения резко уменьшается, стремясь к нулю.*

Чаще всего зависимости «доза-эффект» характеризуются S-образными функциями следующих видов распределений: логарифмически-нормальным, логистическим, двойным показательным; распределениями Пуассона, Вейбулла, Парето; гамма-распределением; экспоненциальным распределением и т.д. Вид распределения определяется видом опасного фактора, характеризующего однородный класс опасностей. Например, для оценки воздействия химических веществ на биообъект зависимость «доза-эффект», согласно токсикологическим экспериментам, принято описывать S-образными функциями логарифмически-нормального вида распределения, а порог безопасного уровня воздействия задавать, исходя из токсичных свойств вредных веществ.

При количественной оценке риска обычно для описания рисков в области сильных и слабых воздействий используют разные математические модели. Такой подход позволяет получить близкие к фактическим данным результаты, используя условное разделение уровня воз-

действий. При этом чаще всего при слабых воздействиях применяют линейные зависимости «доза-эффект», а при сильных – S-образные.

3. Этап характеристики риска предполагает ранжирование и сравнительную оценку рисков по различным категориям, спектрам и видам, т.е. анализ его распределения во всевозможных аспектах – территориальном, временном, по биообъектам, половозрастным когортам, по факторам и последствиям и т.д.

Характеристика риска для человека при загрязнении среды включает ранжирование рисков по группам населения, типам загрязнителей, источникам их образования, воздействующим средам, видам заболеваний и поражений, а также другим факторам. Такая информация о «группах риска» и «территориях риска» может быть использована для установления приоритетных опасностей и, в дальнейшем, для принятия управленческих решений по их минимизации. При характеристике риска обобщаются полученные данные, формулируются рекомендации, необходимые для разработки мероприятий по управлению риском. На данном этапе также выполняется оценка значимости существующих проблем и сравнение полученных количественных характеристик риска со значениями условно принимаемого приемлемого риска. В результате работ по характеристике риска на основе собранного материала проводится обобщение информации и делаются выводы об уровне фактического риска.

4. Управление риском является продолжением общей процедуры анализа риска и направлено на обоснование наилучших в данной ситуации решений и мероприятий по его устранению или минимизации. Управление риском состоит из четырех элементов: сравнительная оценка и ранжирование рисков; определение уровней приемлемости риска; выбор стратегии снижения и контроля риска; принятие управленческих решений. Обычно сравнительная характеристика рисков не позволяет решить вопрос об их значимости.

Методические принципы оценки рисков техногенных воздействий

1. Оценка экологического риска должна проводиться по основным объектам негативного воздействия (человек, флора, фауна, воздушная среда, водная среда, почвы и подземные воды, ландшафт, урбанизированные, сельскохозяйственные и особо охраняемые территории, объекты рекреации и т.д.) и широкому спектру воздействий опасных и вредных факторов на данные объекты. Для каждого случая определяется приоритетный список объектов и воздействий.

2. Токсикологические исследования и существующая методология комплексной экологической оценки должны являться той методи-

ческой базой, которая позволяет в каждом конкретном случае выбрать критерии и показатели для оценки риска воздействий на объект. При этом следует учитывать следующее положение: для определенных объектов при одинаковых условиях загрязнения (изменения, нарушения) окружающей среды оценка риска по различным критериям может давать различные количественные значения риска, которые в определенной степени могут лишь индикаторно (выборочно) оценивать общий вред, наносимый объекту. Априори принимается, что не существует общих критериев, которые однозначно могут оценить вред, наносимый объекту. Поэтому характеристика риска должна проводиться при возможности по комплексу (спектру) количественных значений риска воздействий. При отсутствии данных оценка риска для объекта может проводиться как по одному, так и по нескольким общепринятым критериям и показателям.

3. В основу оценки риска техногенных воздействий должны быть положены основные универсальные закономерности в области методологии оценки риска: аддитивность опасности и риска, зависимость «доза-эффект», пороговый принцип, индексный подход при оценке опасности и т.д.

4. Предполагается, что при техногенном воздействии на любой объект зависимость «доза-эффект» («воздействие-риск») для определенной опасности имеет вид S-образной функции, связывающей риск воздействия (вероятность возникновения неблагоприятных эффектов) с количественным показателем опасного фактора (или нескольких опасных факторов). Изначально принимается, что зависимости «доза-эффект» могут быть как с пороговым механизмом действия, так и с беспороговым. В свою очередь вид распределения риска для каждого однородного класса опасности выбирается на основе опытных данных.

5. Показатель опасности техногенного воздействия должен однозначно характеризовать опасность и иметь возможность количественного определения. В качестве обобщенного показателя опасного фактора (факторов) предлагается использовать индекс опасности, обладающий свойствами аддитивности для опасностей одного вида.

6. В качестве критериев и показателей для оценки риска выбираются интегральные характеристики или показатели, для которых имеются литературные данные по характеристике зависимости «доза-эффект» или данные по уровням градации, связанным с риском воздействий. Возможен выбор показателей, которые определяют риски воздействий в градированной форме (например, в виде класса неблагоприятия по сравнению с фоном – норма, риск, кризис, бедствие и

т.д.). При выборе показателя учитывают их значимость, распространенность при проведении исследований, возможность получения комплексных оценок, вариабельность и т.д. Важным условием для выбора критерия (показателя) является возможность определения вида распределения риска по опытным данным.

7. Предполагается, что риски и критерии (показатели) для оценки риска могут быть однозначно связаны между собой несмотря на то, что неопределенность в данных может быть значительна. При анализе воздействий оценка риска проводится обычно или в качественной или в количественной форме. При задании риска в количественной форме оценка зависимости «доза-эффект» не представляет сложности. В этом случае критерий или показатель для оценки риска позволяет связать между собой риск и количественный показатель фактора опасности с учетом вида распределения. Основная проблема количественного определения рисков возникает тогда, когда оценки риска заданы в качественном виде. В этом случае в процессе шкалирования данных градациям переменных необходимо приписывать численные значения, которые характеризуют риск определенного вида воздействия и эффекта. Характеристики риска, хотя и оцениваются в виде вероятности ($0 \leq P \leq 1$), но относятся к различным параметрам состояния объекта, видам техногенного воздействия и условиям проведения экспериментов или сбора статистических данных. Поэтому экспериментальные и статистические данные необходимо обобщать в однотипном виде, который позволяет градациям риска, измеренным в шкалах качественных оценок, приписать численные значения. В общем случае данные экспериментов следует обобщать в виде: при количественном значении опасного фактора (индекса опасности), критерия или показателя воздействия в диапазоне $I_{\min} < I < I_{\max}$ наблюдается определенный неблагоприятный эффект, позволяющий дать качественную или количественную оценку риска (например, норма, риск, бедствие, кризис, процент риска получения эффекта и т.д.). Такой подход позволяет провести шкалирование риска при их качественном описании. В частности, вся область воздействия, в зависимости от тяжести неблагоприятного эффекта может быть разделена на уровни, которые количественно определяются определенным диапазоном фактора опасности (критерия воздействия) и видом распределения. В свою очередь данному уровню ставится в соответствие определенный уровень риска. Например, норма – риск от 0 до 20 %, кризис – риск от 80 до 100 % по данному критерию и т.д. Такой подход при известном распределении рисков позволяет построить зависимость «доза-эффект» на основе применения метода статистического эксперимента.

8. Для упрощения кумулятивный риск техногенного воздействия на объект по конкретному критерию может находиться: при слабых воздействиях – исходя из аддитивности опасности и риска; при сильных воздействиях – исходя из аддитивности опасности и определения риска в соответствии с правилом сложения и умножения вероятностей независимых совместных событий. Кумулятивные риски на объект по спектру рисков, оцененных по различным критериям, могут определяться в соответствии с правилом умножения и сложения вероятностей зависимых совместных событий.

9. Комплексная оценка экологической опасности осуществляется в процессе характеристики риска для различных объектов по кумулятивным рискам или по спектру рисков последствий и эффектов, так как и принято в методологии оценки риска. Важным элементом данного этапа характеристики риска является задание приемлемых рисков, оцененных по различным критериям или показателям (например, риск хронического действия для человека, оцененный с учетом ПДК). Приемлемые риски подлежат нормированию на региональном или национальном уровне нормативными документами.

ТЕМА 9.

АВАРИЙНАЯ СИТУАЦИЯ – СУЩЕСТВЕННЫЙ ФАКТОР ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

План:

- 9.1. Понятие аварийной и чрезвычайной ситуации.
- 9.2. Предупреждение чрезвычайных ситуаций
- 9.3. Пути минимизации риска возникновения чрезвычайной ситуации
- 9.4. Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации

9.1. Понятие аварийной и чрезвычайной ситуации

Согласно ст. 3 Конвенции 174 Международной организации труда, **аварийная ситуация** – всякое внезапное событие, связанное с одним или несколькими опасными веществами, которое могло бы привести к крупной аварии, но не произошло вследствие сдерживающих факторов, действий или систем.

Аварийная ситуация – состояние потенциально опасного объекта, характеризующееся нарушением пределов и (или) условий безопасной эксплуатации, не перешедшее в аварию, при котором все неблагоприятные влияния источников опасности на персонал, население и окружающую среду удерживаются в приемлемых пределах посредством соответствующих технических средств, предусмотренных проектом.

Чрезвычайная ситуация – совокупность обстоятельств, сложившихся в результате: аварии, катастрофы, опасного природного явления или стихийного бедствия, - которая может повлечь (или повлекла) за собой значительный вред людям, окружающей среде, значительные материальные потери и/или значительное ухудшение условий жизнедеятельности людей.

В основе классификации чрезвычайных ситуаций по масштабу лежат величина территории, на которой распространяется чрезвычайная ситуация, число пострадавших и размер ущерба.

По масштабу чрезвычайные ситуации могут быть классифицированы на (Постановление Правительства РФ от 21 мая 2007 г. №304 «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера»):

- Локального характера, в результате которой территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация и нарушены условия жизнедеятельности людей (зона чрезвычайной ситуации), не выходит за пределы территории объекта, при этом количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью (количество пострадавших), составляет не более 10 человек либо размер ущерба окружающей среде и материальных потерь (размер материального ущерба) составляет не более 100 тыс. рублей;

- Муниципального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн рублей, а также данная чрезвычайная ситуация не может быть отнесена к чрезвычайным ситуациям локального характера;

- Межмуниципального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5млн. рублей;

- Регионального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного субъекта РФ, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн. рублей, но не более 500 млн. рублей;

- Межрегионального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более субъектов РФ, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн. рублей, но не более 500 млн. рублей;

- Федерального характера, в результате которой количество пострадавших составляет свыше 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 500 млн. рублей.

Чрезвычайная ситуация любого типа в своем развитии проходят четыре типовые стадии (фазы):

1. Стадия накопления отклонений от нормального состояния или процесса. Иными словами, это стадия зарождения чрезвычайной ситуации, которая может длиться сутки, месяцы, иногда – годы и десятилетия.
2. Инициирование чрезвычайного события, лежащего в основе чрезвычайной ситуации.
3. Процесс чрезвычайного события, во время которого происходит высвобождение факторов риска (энергии или вещества), оказывающих неблагоприятное воздействие на население, объекты и окружающую среду.
4. Стадия затухания (действием остаточных факторов и сложившихся чрезвычайных условий), которая хронологически охватывает период от перекрытия (ограничения) источника опасности – локализации чрезвычайной ситуации, до полной ликвидации её прямых и косвенных последствий, включая всю цепочку вторичных, третичных и т.д. последствий. Эта фаза при некоторых чрезвычайных ситуациях может по времени начинаться ещё до завершения третьей фазы. Продолжительность этой стадии может составлять годы, а то и десятилетия.

Актуальные вопросы обеспечения безопасности территорий и поселений, их защиты от воздействия чрезвычайной ситуации различного происхождения рассмотрены в Федеральном законе от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера».

Ст. 18 указанного закона провозгласила следующие права граждан РФ в области защиты населения и территорий от чрезвычайной ситуации:

- на защиту жизни, здоровья и личного имущества в случае возникновения чрезвычайных ситуаций;
- в соответствии с планами ликвидации чрезвычайной ситуации использовать средства коллективной и индивидуальной защиты и другое имущество органов исполнительной власти субъектов РФ, органов местного самоуправления и организаций, предназначенное для защиты населения от чрезвычайной ситуации;
- быть информированными о риске, которому они могут подвергнуться в определенных местах пребывания на территории страны, и о мерах необходимой безопасности;
- обращаться лично, а также направлять в государственные органы и органы местного самоуправления индивидуальные и коллективные обращения по вопросам защиты населения и территорий от чрезвычайной ситуации, в т.ч. обеспечения безопасности людей на водных объектах;
- участвовать в установленном порядке в мероприятиях по предупреждению и ликвидации чрезвычайной ситуации;
- на возмещение ущерба, причиненного их здоровью и имуществу вследствие чрезвычайной ситуации;
- на медицинское обслуживание, компенсации и социальные гарантии за проживание и работу в зонах чрезвычайной ситуации;
- на получение компенсаций и социальных гарантий за ущерб, причиненный их здоровью при выполнении обязанностей в ходе ликвидации чрезвычайной ситуации;
- на пенсионное обеспечение в случае потери трудоспособности в связи с увечьем или заболеванием, полученным при выполнении обязанностей по защите населения и территорий от чрезвычайной ситуации, в порядке, установленном для работников, инвалидность которых наступила вследствие трудового увечья;
- на пенсионное обеспечение по случаю потери кормильца, погибшего или умершего от увечья или заболевания, полученного при выполнении обязанностей по защите населения и территорий от чрезвычайной ситуации, в порядке, установленном для семей граждан, погибших или умерших от увечья, полученного

при выполнении гражданского долга по спасению человеческой жизни, охране собственности и правопорядка;

- на получение бесплатной юридической помощи в соответствии с законодательством Российской Федерации.

9.2. Предупреждение чрезвычайных ситуаций

Проблемы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера приобретают все более острый и актуальный характер. Не только в России, но и во всем мире нарастает озабоченность в связи с возрастающим количеством ежегодно возникающих чрезвычайных ситуаций, увеличением их масштабов, ростом потерь и ущерба. Складывающаяся обстановка требует принятия мер по совершенствованию управления безопасностью. Но даже самые эффективные меры по предотвращению не могут свести риск возникновения чрезвычайных ситуаций к нулю (принцип «ненулевого», «приемлемого» риска). Сегодня исключить чрезвычайных ситуаций нельзя, но существенно снизить число, уменьшить масштабы и смягчить последствия чрезвычайных ситуаций возможно.

Деятельность по предупреждению чрезвычайных ситуаций является более важной, чем их ликвидация. Связано это с тем, что социально-экономические результаты превентивных действий по предотвращению чрезвычайных ситуаций (снижение потерь и ущерба) могут быть более эффективными для граждан, общества и государства. С экономической точки зрения это обходится в десятки, а иногда и сотни раз дешевле, чем ликвидация последствий техногенных аварий и стихийных бедствий.

Предупреждение чрезвычайной ситуации – это комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайной ситуации, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей среде и материальных потерь в случае их возникновения. Предупреждение чрезвычайной ситуации основано на мерах, направленных на установление и исключение причин возникновения этих ситуаций, а также обуславливающих существенное снижение потерь и ущерба в случае их возникновения.

Предупреждение чрезвычайной ситуации как в части их предотвращения (снижения рисков их возникновения), так и в плане уменьшения потерь и ущерба от них (смягчения последствий) ***проводится по следующим направлениям:***

- мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций;

- рациональное размещение производительных сил по территории страны с учетом природной и техногенной безопасности;
- предотвращение в возможных пределах некоторых неблагоприятных и опасных природных явлений и процессов путем систематического снижения их накапливающегося разрушительного потенциала;
- предотвращение аварий и техногенных катастроф путем повышения технологической безопасности производственных процессов и эксплуатационной надежности оборудования;
- разработка и осуществление инженерно-технических мероприятий, направленных на предотвращение источников чрезвычайной ситуации, смягчение их последствий, защиту населения и материальных средств;
- декларирование промышленной безопасности;
- лицензирование деятельности опасных производственных объектов;
- страхование ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта;
- проведение государственной экспертизы в области предупреждения чрезвычайной ситуации;
- государственный надзор и контроль по вопросам природной и техногенной безопасности;
- информирование населения о потенциальных природных и техногенных угрозах на территории проживания;
- подготовка населения в области защиты от чрезвычайных ситуаций.

9.3. Пути минимизации риска возникновения ЧС

Имеются два основных пути минимизации как вероятности возникновения, так и последствий чрезвычайной ситуации на любом объекте или территории.

Первое направление состоит в разработке и последующем осуществлении таких организационных и технических мероприятий, которые уменьшают вероятность проявления опасного поражающего потенциала современных техногенных систем. Последние должны быть оснащены защитными устройствами – средствами взрыво- и пожарозащиты оборудования и техники, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т.д.

Второе направление – подготовка объекта, обслуживающего персонала, служб гражданской обороны, военнослужащих, мирного населения к действиям непосредственно в условиях чрезвычайной ситуации. В его основе лежит формирование планов действий в чрезвычайной ситуации, однако для их создания нужны детальные разработки сценариев возможных аварий и катастроф на конкретных объектах. Для этого необходимо располагать статистическими и экспертными 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 чрезвычайной ситуации, при непосредственной ее угрозе и, наконец, при возникновении чрезвычайной ситуации. Без всего этого невозможна эффективная защита от отрицательных воздействий чрезвычайной ситуации, а также организация ликвидации их последствий.

Единая государственная система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (РСЧС) была образована постановлением Правительства РФ от 05.11.95 г.

Главная цель РСЧС – обеспечение усилий центральных и региональных органов власти, а также организаций и учреждений для предупреждения и ликвидации чрезвычайной ситуации.

В основе функционирования РСЧС лежат следующие постулаты:

- 1) риск возникновения чрезвычайной ситуации исключить невозможно;
- 2) следует соблюдать принцип превентивной (опережающей) безопасности, который предусматривает снижение вероятности возникновения чрезвычайной ситуации;
- 3) следует отдавать приоритет профилактической работе;
- 4) следует осуществлять комплексный подход при формировании системы, то есть учитывать все виды чрезвычайных ситуаций, все стадии их развития и разнообразия последствий;
- 5) следует строить систему на правовой основе с четким разграничением прав и обязанностей участников.

Основными задачами РСЧС являются:

- разработка проектов законов и других важных документов, регулирующих вопросы защиты населения и территорий от чрезвычайной ситуации, и их последующая реализация;
- обеспечение постоянной готовности органов управления, а также сил и средств, предназначенных для предупреждения и ликвидации чрезвычайной ситуации;

- сбор и обработка поступающей оперативной информации и выдача рекомендаций в области защиты населения и территорий от чрезвычайной ситуации; постоянная подготовка населения к действиям в условиях чрезвычайной ситуации; прогнозирование и оценка последствий чрезвычайной ситуации; создание финансовых и материальных резервов для ликвидации ЧС;
- осуществление государственной экспертизы, надзора и контроля в сфере защиты населения и территорий от чрезвычайной ситуации;
- ликвидация последствий чрезвычайной ситуации;
- осуществление мероприятий по социальной защите населения, пострадавшего от чрезвычайной ситуации, проведение гуманитарных акций;
- содействие в реализации прав и обязанностей граждан в области защиты от чрезвычайной ситуации;
- международное сотрудничество по вопросам защиты населения и территорий от чрезвычайной ситуации.

Единая система предупреждения и ликвидации последствий чрезвычайной ситуации на федеральном уровне объединяет силы постоянной готовности следующих министерств и ведомств: МЧС, Минприроды, МВД, МСХ, МПС, Минздрава, 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). При этом здесь главным руководящим органом является комиссия по ЧС (КЧС) по защите населения и территорий. В качестве рабочих органов территориальных КЧС выступают штабы по делам ГО и ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий.

Режимы функционирования РСЧС. Они вводятся в зависимости от обстановки и масштаба прогнозируемой или возникшей чрезвычайной ситуации.

- режим повседневной деятельности устанавливается при нормальной производственно-промышленной, радиационной, химической, биологической (бактериологической), сейсмической и гидрометеорологической обстановке, при отсутствии эпидемий, эпизоотий, эпифитотий.

- режим повышенной готовности вводится при ухудшении указанной обстановки, получении прогноза о возможности возникновения чрезвычайной ситуации.

- 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 чрезвычайной ситуации; 3) определение границ зоны чрезвычайной ситуации; 4) организация работ по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации; 5) организация работ по обеспечению устойчивого функционирования отраслей экономики и объектов жизнеобеспечения населения; 6) непрерывный контроль за состоянием природной среды в районе чрезвычайной ситуации, обстановкой на аварийных объектах и прилегающей к ним территории.

Решение о введении соответствующих режимов в зависимости от масштабов чрезвычайной ситуации принимает Правительство РФ, МЧС или соответствующие комиссии по чрезвычайным ситуациям.

9.4. Ликвидация последствий чрезвычайной ситуации

Ликвидация чрезвычайной ситуации— это аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при их возникновении и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайной ситуации, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

Определение границы зон чрезвычайной ситуации. Указанное мероприятие является весьма важным, поскольку позволяет:

- 1) приблизительно определить площадь поражения и тем самым оценить вероятные потери (материальные, людские и т.д.);
- 2) заранее оценить силы и средства, необходимые для скорейшей ликвидации последствий чрезвычайной ситуации ;
- 3) заблаговременно организовать систему управления процессом ликвидации последствий чрезвычайная ситуация путем подключения тех или иных структур исполнительной власти, входящих в вероятные зоны поражения;
- 4) заблаговременно провести профилактические мероприятия, направленные на снижение эффекта возможного поражения (например, затопления территории при прорыве дамбы плотины).

Так, в результате *радиационной аварии* могут образоваться зоны, имеющие различную степень опасности для здоровья людей; зона возможного опасного радиоактивного загрязнения; зона экстренных мер защиты населения; зона профилактических мероприятий (например, йодной профилактики населения); зона ограничений (например,

земледелия); зона радиационной аварии. После стабилизации радиационной обстановки в районе аварии в целях ускорения ликвидации ее долговременных последствий могут быть установлены зоны: отчуждения, временного отселения людей и жесткого контроля за радиационной обстановкой.

При прогнозировании последствий *аварии на химически опасном объекте* и в целях определения размеров зон поражения вначале необходимо спрогнозировать, какое количество жидкости или газа поступит в окружающую среду при том или ином виде аварии, для чего используют специальные методики. Далее с учетом рельефа местности, климатических условий, планировки площадки необходимо рассчитать процессы растекания и испарения жидкостей, а также рассеивания паров пролитой жидкости. Полученные данные наносят на ситуационный план поля концентраций паров пролитой жидкости. Кроме того, на плане местности отображают динамику процесса рассеивания паров, прогнозируют временные изменения концентрации вредных веществ в различных точках местности. В случае проливов СДЯВ внешние границы заражения определяют по ингаляционной токсодозе, в качестве которой часто используют среднюю смертельную дозу.

Силы и средства для ликвидации последствий чрезвычайной ситуации. В мирное время ликвидация последствий чрезвычайной ситуации осуществляется силами и средствами организаций, органов МСУ, органов исполнительной власти субъектов РФ, на территории которых сложилась чрезвычайная ситуация. При этом непосредственное руководство осуществляется соответствующей КЧС. Если масштабы чрезвычайной ситуации таковы, что для ее локализации или ликвидации имеющихся возможностей недостаточно, указанные комиссии обращаются за помощью к вышестоящей КЧС. В случае недостаточности имеющихся сил и средств в субъекте РФ привлекаются КЧС федеральных органов исполнительной власти. В исключительных случаях для ликвидации чрезвычайной ситуации и ее последствий образуется правительственная комиссия, во главе которой, как правило, стоит член Правительства РФ.

В настоящее время намечен ряд мероприятий, имеющих целью укрепление служб МЧС России. К ним, в частности, относятся:

- создание «Всероссийского центра мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера МЧС России»;
- освоение аэрокосмических технологий мониторинга, авиапожаротушения и специальных авиационных технологий, техно-

логий десантирования и ведения спасательных работ с применением новых типов самолетов и вертолетов;

- разработка совместно с Российским космическим агентством программы подготовки космонавтов, обеспечивающей мониторинг и подготовку данных для принятия решений в области предупреждения и ликвидации ЧС;
- введение в строй трех морских спасательных центров (в частности, для спасения потерпевших аварию АПЛ);
- формирование подразделения дистанционно-управляемых машин и технологий, как подразделения специальных сил федерального уровня и постановка его на плановое боевое дежурство;
- обучение руководителей всех уровней управлению в кризисных ситуациях, вызванных чрезвычайной ситуацией природного и техногенного характера.

Медицина катастроф. Мировой опыт показывает: природные и техногенные катастрофы часто сопровождаются массовыми потерями среди населения, что требует специальных сил и средств здравоохранения, а также служб других ведомств для ликвидации последствий.

Основными медицинскими последствиями катастроф являются: наличие большого числа пострадавших и возникновение нарушений психики у людей, оказавшихся в зоне поражения; дезорганизация, а подчас и полное разрушение местной системы управления здравоохранением, включая и потери среди медперсонала; резкое ухудшение санитарно-гигиенической и эпидемиологической обстановки. Как следствие возникает диспропорция между потребностью пострадавших в медицинской помощи и возможностями медицинской службы. Все это приводит к дополнительным потерям. Так, по данным ВОЗ, из 100 погибших в результате несчастных случаев в мирное время 20 могли быть спасены, если бы медицинскую помощь им оказали своевременно. При самых тяжелых травмах и поражениях, если пострадавшие доставляются случайными (необученными) лицами, в пути погибают 87%; при доставке линейными бригадами скорой помощи, погибают 55%; когда же транспортировку осуществляет специализированная бригада, оснащенная необходимым оборудованием, летальность не превышает 16%.

Вышеизложенные соображения, а также неуклонное возрастание числа природных и техногенных чрезвычайных ситуаций с крупными жертвами объективно вызвало к жизни новое направление в медицине – *медицину катастроф* – это научно-практическое направление медицины (здравоохранения), сформированное для решения специфиче-

ских задач охраны здоровья общества и его отдельных групп при природных и техногенных катастрофах и чрезвычайных ситуациях.

ТЕМА 10.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

План:

- 10.1. Правовое обеспечение экологической безопасности
- 10.2. Методы и функции управления природопользованием

10.1. Правовое обеспечение экологической безопасности

Концепция национальной безопасности РФ среди основных задач в области обеспечения национальной безопасности выделяет коренное улучшение экологической ситуации в стране. Обеспечение экологической безопасности России Концепция относит к совместному ведению Федерации и ее субъектов (п. д ст. 72).

Согласно п. е ст. 71 Конституции РФ установление основ федеральной политики и федеральные программы в области экологического развития находятся в ведении России. При этом Правительство РФ обеспечивает проведение единой государственной политики в области ООС (п. в ст. 114 Конституции РФ).

Обеспечение экологической безопасности следует рассматривать в неразрывной связи с правом каждого на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного здоровью или имуществу экологическим правонарушением (ст. 42 Конституции РФ), а также с обязанностью сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным богатствам. Субъективное право на благоприятную окружающую среду принято относить к социальным правам. Такого рода уменьшение значения рассматриваемого права, на наш взгляд, является необоснованным, поскольку благоприятная окружающая среда является необходимым условием развития жизни.

В связи с этим полагаем, что право на благоприятную окружающую среду является первичным по отношению к праву на жизнь, по-

сколькo последнее может и не наступить, если возможные родители будут проживать в неблагоприятной окружающей среде.

Статья 42 Конституции РФ провозглашает право каждого на достоверную информацию о состоянии окружающей среды. Это обязывает государство периодически публиковать в СМИ доклады, подготовленные компетентными органами, о состоянии окружающей среды.

Реализация права на возмещение ущерба, причин нанесенного здоровью или имуществу вследствие ухудшения состояния окружающей среды, на практике затруднена, поскольку необходимо доказать состав экологического правонарушения, что сделать весьма сложно.

Экологическая безопасность означает не только охрану окружающей среды, но и определение национальных интересов в этой сфере, выработку и проведение государственной политики по предупреждению возможности угроз и минимизации их последствий. Обеспечение экологической безопасности предполагает выход за рамки правового регулирования общественных отношений, складывающихся по поводу охраны окружающей среды. Реализация ее интересов потребует внесения корректив в экономическое развитие страны, установления научно обоснованного сочетания экологических и экономических интересов общества в целях обеспечения устойчивого его развития.

В соответствии с Концепцией национальной безопасности РФ обеспечение экологической безопасности становится актуальным направлением деятельности государства и общества.

Современное состояние экологического законодательства характеризуется наличием довольно широкого круга федеральных законов прямого действия, регулирующих отношения по обеспечению экологической безопасности и образующих юридическую основу перечисленных выше направлений деятельности в области обеспечения экологической безопасности, на базе и согласно которым субъекты РФ будут развивать свое законодательство.

Основополагающим законом в области обеспечения экологической безопасности является *Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.02.2002 г. «Об охране окружающей среды»*. На предотвращение вредного воздействия хозяйственной или иной деятельности направлены сформулированные в Законе основные положения об экономическом механизме охраны окружающей среды, о нормировании качества окружающей среды, об экологической экспертизе, о чрезвычайных экологических ситуациях, об экологическом контроле, а также экологические требования при размещении, проектировании, строи-

тельстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации предприятий, сооружений и иных объектов.

Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ определяет общие требования по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в т.ч. и при осуществлении хозяйственной или иной деятельности, представляющей угрозу экологической безопасности.

Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23 ноября 1995 г. № 174-ФЗ. Реализация конституционного права граждан России на благоприятную окружающую среду посредством предупреждения негативного воздействия на окружающую среду закреплена в преамбуле Закона в качестве основной цели его принятия. В Законе установлены основные принципы экологической экспертизы: презумпция потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной деятельности; экологической безопасности при проведении экологической экспертизы и др. Закон достаточно подробно регламентирует: полномочия различных органов в области экологической экспертизы; объекты экологической экспертизы, порядок проведения государственной и общественной экологической экспертизы; права граждан и общественных организаций в области экологической экспертизы.

В Законе *«Об использовании атомной энергии»* (№ 170-ФЗ от 21.11.95 г.) определены жесткие требования по обеспечению безопасности при использовании атомной энергии; повышенные требования к должностным лицам и персоналу ядерных объектов. Установленная ответственность за правонарушения в этой области должна привести к снижению аварийности на ядерных объектах и оздоровлению окружающей среды.

Не менее важен ФЗ *«О радиационной безопасности населения»* (№ 3-ФЗ от 09.01.96 г.), который определяет правовые основы обеспечения радиационной безопасности населения в целях охраны его здоровья. В Законе закреплены: гигиенические нормативы (допустимые пределы доз) облучения населения и работников; общие требования к обеспечению радиационной безопасности; права и обязанности компетентных органов, должностных лиц и населения в области обеспечения радиационной безопасности.

Федеральный закон «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ обозначает комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно на аварийно-опасных предприятиях и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения

чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Федеральный закон «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах, перечень которых приводится в приложениях к Закону. В соответствии с Законом требования промышленной безопасности должны соответствовать нормам экологической безопасности.

Федеральный закон «О безопасном обращении с пестицидами и агрохимикатами» от 19 июля 1997 г. № 109-ФЗ устанавливает правовые основы обеспечения безопасного обращения с пестицидами, в т.ч. с их действующими веществами, а также с агрохимикатами в целях охраны здоровья людей и окружающей среды.

Целью принятия *ФЗ «Об отходах производства и потребления»* от 24 июня 1998 г. № 89-ФЗ является предотвращение вредного воздействия отходов производства и потребления на здоровье человека и окружающую среду. Указанная цель достигается путем лицензирования деятельности по обращению с отходами; разработки нормативов образования отходов и лимитов на их размещение в целях уменьшения количества их образования; составления паспортов опасных отходов; установления жестких требований безопасности на всех этапах обращения с опасными отходами.

Нормы, регулирующие отношения в области обеспечения экологической безопасности, содержатся также в *Водном кодексе РФ* (2006), в законах *«О недрах»* от 3 марта 1995 г., *«О континентальном шельфе РФ»* от 30 ноября 1995 г., *«Об охране атмосферного воздуха»* от 4 мая 1999 г., в *Лесном кодексе РФ* (2006) и др.

Отметим, что обеспечение экологической безопасности невозможно только внутренними мерами. Для достижения этой цели требуется организация широкого сотрудничества с другими государствами. В науке прочно утвердился термин глобальная экологическая безопасность. Так, М.Н. Копылов предлагает считать принцип экологической безопасности новым принципом международного права.

Правовые нормы, содержащиеся в *международно-правовых актах*, оказывают все большее влияние на обеспечение экологической безопасности России, так как Конституция РФ в ст. 15 определяет, что общепризнанные принципы и нормы международного права и международные договоры РФ являются составной частью ее правовой системы.

В настоящее время в сфере международной охраны окружающей среды действует более 900 нормативно-правовых актов. В число основных международно-правовых документов, составляющих основу правового регулирования обеспечения экологической безопасности РФ, входят:

- Базельская конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением (Базель, 23 марта 1990 г.);
- Конвенция о помощи в случае ядерной аварии или радиационной аварийной ситуации (Вена, 26 сентября 1986 г.);
- Конвенция о предотвращении крупных промышленных аварий (Женева, 22 июня 1993 г.);
- Конвенция о трансграничном воздействии промышленных аварий (Хельсинки, 17 марта 1992 г.);
- Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (Женева, 13 ноября 1979 г.);
- Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном пространстве (Эспо (Финляндия), 25 февраля 1991 г.) и др.

Реализация норм международных конвенций (договоров) требует не популистских решений, а планомерной последовательной работы по совершенствованию национального законодательства России, особенно в области обеспечения экологической безопасности населения и созданию надежного механизма выполнения принятых на себя обязательств.

10.2. Методы и функции управления природопользованием

Управление природопользованием – это деятельность государства по организации рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, охрану окружающей среды, а также по обеспечению режима законности в эколого-экономических отношениях.

Механизм управления природопользованием объединяет методы, функции и организационные структуры (органы управления).

Методы управления – это способы воздействия на поведение и деятельность управляемых объектов с целью обеспечения рационального природопользования и охраны окружающей среды. Применяются следующие основные методы управления:

1. административные (командно-распорядительные) – обеспечиваемые возможностью государственного принуждения;

2. экономические – создающие непосредственную материальную заинтересованность субъектов хозяйствования в выполнении необходимых экологических мероприятий, решений органов управления в сфере природопользования;
3. социально-психологические – методы морального стимулирования, которые реализуются посредством мер как поощрительного характера, так и воздействия на нарушителей (благодарности или, напротив, выговоры, устные или в приказах администрации и т.п.).

Управление природопользованием предполагает осуществление целого ряда специфических функций, т.е. видов деятельности, воздействующих на эколого-экономические отношения. Общими для всех отраслей и звеньев управления природопользованием являются следующие *функции*:

- нормотворчество и законодательная инициатива в охране окружающей среды и природопользовании;
- учет природных объектов и ведение природных кадастров;
- осуществление мониторинга окружающей среды;
- экологический контроль, экспертиза и аудит;
- эколого-экономическое прогнозирование и планирование;
- экономическое стимулирование природоохранной деятельности;
- разрешение споров о праве пользования природными ресурсами, применение санкций за нарушение природоохранного законодательства и др.

Общесистемные функции административного управления обычно включают следующие виды деятельности:

- планирование, в т.ч. формирование целей, задач, определение необходимых ресурсов для их выполнения (материальных, финансовых, кадровых), формирование приоритетов, прогнозирование результатов;
- проведение организационных мероприятий с выполнением детальной классификации предстоящих работ;
- подбор и расстановка кадров, повышение их квалификации с учетом новых задач и выдвигаемых требований;
- технологическое и санитарно-гигиеническое нормирование хозяйственной деятельности, нормирование качества выпускаемой продукции и окружающей среды;
- выполнение контрольных и учетных функций, лицензирование различных видов природопользования, осуществление монито-

ринга окружающей среды, разработка экологических правил, нормативно-правовых актов и т.п.

Основными инструментами административного регулирования являются стандарты, нормы, нормативы, законы, постановления, руководства, применяемые государственными природоохранными органами, а также ряд разрешений или запретов на природопользование, ограничения, лимиты, система надзора за деятельностью субъектов хозяйствования и т.п.

Центральное место в административном регулировании принадлежит системе экологических стандартов, которая подразумевает установление единых и обязательных для всех объектов управления экологических норм и требований. *Экологические стандарты* охватывают все аспекты загрязнения окружающей среды и соответственно этому различают следующие их виды:

- *Стандарты качества окружающей среды*, регламентирующие допустимое состояние воздушного, водного бассейнов, почв и других природных сред. Устанавливаются по уровню концентрации загрязнений в природной и техногенной средах, который не должен превышать ПДК для каждого из загрязнителей. Поскольку возможный эффект зависит от времени воздействия, т.е. от полученной дозы, выделяют нормативы ПДК среднесуточные и максимальные разовые.

- *Стандарты воздействия на окружающую среду определенного производственного процесса – эмиссионные стандарты* – регламентируют уровень выбросов (сбросов) из данного точечного источника (трубы) после применения очистного оборудования. Расчеты таких стандартов, называемых ПДВ и ПДС, проводят с учетом рассеивания выбросов, наложения их на фоновое загрязнение и суммирования выбросов (сбросов) всех источников.

- *Технологические стандарты* устанавливают определенные экологические требования к технике, оборудованию, процессам производства или очистной технологии. В Германии, например, весьма жесткие нормативы выбросов для котлов, работающих на органическом топливе. В большинстве стран введены также нормативы на выбросы сжигающих установок, отработавших газов автотранспорта и др.

- *Стандарты качества продукции*, или товарные стандарты (по экологичности продуктов, изделий, сырья и т. п.) Например, стандарт содержания тех или иных вредных примесей в продуктах питания, питьевой воде и т. п.

Переход экономики на рыночные рельсы неизбежно приведет к стремлению производителей получить наибольшую прибыль за счет экономии на природоохранных издержках, обходя указания дирек-

тивных органов. Поэтому необходимо создать условия экономической невыгодности отрицательного воздействия на природу и нерационального природопользования, расширить сферу применения **экономических методов управления**. Эти методы в широком смысле объединяют механизмы регулирования процессов природопользования, создающие материальную заинтересованность субъектов хозяйствования в рациональном использовании и охране богатств природы.

Экономические методы управления предполагают использование стоимостных рычагов, побуждающих все хозяйственные звенья к реализации государственной экологической политики. К таким рычагам относятся рентные платежи, платежи за использование природных ресурсов и загрязнение окружающей среды (экологический налог), компенсационные выплаты за изъятие природного ресурса из целевого использования или ухудшение его качества в результате производственной деятельности, штрафы за нарушение экологических стандартов и лимитов природопользования, а также система налоговых льгот, льготное кредитование и субсидирование и др. Посредством экономических методов в экологической сфере реализуются меры поощрительного, запретительного и компенсационного порядка. Подробнее вопросы экономического стимулирования рационального природопользования будут рассмотрены в отдельной теме.

Следует, однако, заметить, что успешное применение стоимостных механизмов возможно лишь при четко регламентируемой системе государственных стандартов, разработка и реализация которых требуют использования административных методов, директивно ограничивающих нерациональное природопользование посредством нормативно-правового механизма. Последний предполагает применение таких инструментов, как экологическое законодательство, прогнозирование и планирование природопользования и природоохранной деятельности, лицензирование природопользования, нормирование качества окружающей среды, лимитирование объемов выбросов загрязнений и др.

Административные методы управления природопользованием предполагают также формирование системы и осуществление руководства организационно-хозяйственными мероприятиями по реализации проводимой государством экологической политики. К таким мероприятиям могут быть отнесены: экологический мониторинг, учет и контроль за природоохранной деятельностью природопользователей, экологическая экспертиза и аудит, организация научно-исследовательских и проведение природовосстановительных и при-

родосберегающих работ, международное экологическое сотрудничество и т.п.

Задача административных органов – оказывать влияние на принятие решений субъектами хозяйствования, побуждая их как к выполнению намеченных экологических программ, так и к самостоятельному поиску наиболее эффективных средств борьбы с загрязнением среды обитания человека.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акимов, В. А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной сферах / В. А. Акимов, В. В. Лесных, Н. Н. Радаев. – М. : Деловой экспресс, 2004. – 352 с.
2. Альтшуллер, Г.С. Законы развития систем. Творчество как точная наука / Г. С. Альтшуллер. – М.: Советское радио, 1979. – С. 122 – 127.
3. Багров, А.В. Техногенные системы и теория риска : учебное пособие / А. В. Багров, А. К. Муртазов ; Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина. – Рязань, 2010. – 207 с.
4. Ваганов, П. А. Экологические риски: учеб. пособие / П. А. Ваганов, ИмМан-Сунг. – СПб. : Изд- во СПбГУ, 2001. – 152 с.
5. Ветошкин, А.Г. Техногенный риск и безопасность: учеб. пособие / А. Г. Ветошкин, К. Р. Таранцева. – М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 198 с.
6. Калыгин, В. Г. Экологическая безопасность в техносфере. Термины и определения : справочник / В. Г. Калыгин. – М. : КолосС; Химия, 2008. – 368 с.
7. Касьяненко, А. А. Анализ риска аварий техногенных систем : монография / А. А. Касьяненко, К. Ю. Михайличенко. – М. : Изд-во РУДН, 2008. – 182 с.
8. Ковалевич, О. М. Риск в техногенной сфере / О. М. Ковалевич. – М. : Издательский дом МЭИ, 2006. – 152 с.
9. Питулько, В. М. Техногенные системы и экологический риск : учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / В. М. Питулько, В. В. Кулибаба, В. В. Растоскуев; под ред. В. М. Питулько. – М.: Академия, 2013. – 352 с.
10. Тимофеева, С. С. Оценка техногенных рисков : Учебное пособие / С.С. Тимофеева, Е.А. Хамидуллина. – М.: Форум: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 208 с.
11. Хаханина, Т. И. Химия окружающей среды : учебник для бакалавров / Т. И. Хаханина, Н. Г. Никитина, Л. С. Суханова ; под ред. Т. И. Хаханиной. – М.: Издательство Юрайт ; ИД Юрайт, 2013. – 215 с.
12. Хотунцев, Ю. Л. Экология и экологическая безопасность : учеб. пособие для студентов вузов по специальности 033300 – Безопасность жизнедеятельности. – 2-е изд., перераб. – М. : Академия, 2004. – 480 с.

13. Чибисова, Н. В. Техногенные системы и экологический риск : учебно-методич. пособие / Н. В. Чибисова. – Калининград : Изд-во РГУ им. И.Канта. – 2007. – 51 с.
14. Ширкин, Л. А. Техногенные системы и экологический риск : учеб. пособие / Л. А. Ширкин, Т. А. Трифонова; Владим. гос. ун-т. – Владимир: Изд-во Владим. гос. ун-та, 2011. – 79 с.
15. Шмаль, А. Г. Факторы экологической опасности и экологические риски / А. Г. Шмаль. – Бронницы. : Изд-во: МП «ИКЦ БНТВ», 2010. – 192 с.
16. Яковлев, В.В. Экологическая безопасность, оценка риска : монография / В. В. Яковлев. – СПб.: СПбГПУ, 2007. – 399с.

Подписано в печать 30.11.2015.
Формат 60x84¹/₁₆. Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman».
Усл. печ. л. 5,82. Тираж 100 экз. Заказ № 416/2

Отпечатано с готового оригинал-макета в типографии
издательско-полиграфического комплекса СтГАУ «АГРУС»,
г. Ставрополь, ул. Пушкина, 15. Тел. 35-06-94.