



МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ



Техносфера – часть биосферы, представленная человеком в техническом и техногенном исполнении, в виде машин, зданий, сооружений, дорог и т.д. с помощью различных технических воздействий и средств в целях соответствия социально-экономическим условиям существования людей.

Опасность – объекты, процессы, явления, закономерности, которые при определенных обстоятельствах способны наносить отрицательное воздействие физическому состоянию человека, окружающей среде и инфраструктуре.

Опасность сопутствует любой технической системе или экологическому объекту.

Для человека опасность характеризуется травмами при несчастных случаях; для техники – авариями, недопустимыми режимами работы, неуправляемостью; для экологических объектов – потерей чистоты, разрушениями ландшафта.

Аксиома 1

Потенциальная опасность характерна для любой технической системы. Она происходит не всегда явно и проявляется при сочетании определенных условий. Абсолютной безопасности достичь невозможно.

Аксиома 2

Техногенные опасности нельзя исключить, если источники энергии в техносфере превышают пороговые значения. Предельно допустимые или пороговые значения опасностей устанавливаются из возможности обеспечения гармоничного состояния человека и окружающей среды.

Аксиома 3

Элементы техносферы служат причинами техногенных опасностей.

Аксиома 4

Техногенные опасности действуют в пространственных и временных координатах. Действие опасных травматических воздействий проявляется, как правило, кратковременно в ограниченном пространстве. Площади распространения негативных воздействий зачастую не очень велики, однако могут оказывать долгое или повторяющееся отрицательное действие (вплоть до мирового масштаба).

Аксиома 5

Опасности техногенного характера оказывают отрицательное воздействие на человека, окружающий мир и компоненты техносферы одновременно. Это влияние не избирательно.

Аксиома 6

Техногенные опасности оказывают негативные воздействия на здоровье людей, приводят к ухудшению окружающей среды и материальным потерям.

Классификация опасностей

- *по характеру происхождения*: техногенные, природные, экологические, антропогенные, смешанные;
- *по времени реализации последствий*: импульсивные, кумулятивные;
- *по месту концентрации*: атмосферные, литосферные, гидросферные;
- *по получаемому ущербу*: технические, экологические, экономические, социальные и т.д.;
- *по силе воздействия*: активные, пассивно-активные, пассивные;
- *принудительные и добровольные*;
- *по сосредоточению*: сконцентрированные, рассеянные.

Классификация может быть расширена.

Пороговый уровень опасности

Представители биосферы способны без большого ущерба для себя испытывать влияние опасных событий в установленных пределах. Границы, вне которых болевые ощущения не проявляются, принято считать уровнем порога опасного события.

Множеству опасностей могут сопутствовать отрицательные воздействия. При небольшом времени действия переносимы более высокие воздействия, т.е. пороговые значения уменьшаются с увеличением времени действия опасности.

Пороговый уровень опасности

Для значительного числа опасностей, подверженных биологической аккумуляции, существуют разработанные критерии, в границах которых организм компенсирует их отрицательное воздействие.

Именно такие критерии используются в качестве максимальных величин – ПДК, ПДУ.

Уровень порогового влияния опасного события определяется и для технических устройств, строительных конструкций, горнотехнических сооружений и т.д. Он определяется способностью в течении времени эксплуатации выдерживать отрицательные воздействия до определенной величины.

Риск – вероятностная мера возникновения техногенных или природных явлений, сопровождающихся действием опасностей.

Под риском следует понимать ожидаемую частоту или вероятность возникновения опасностей определенного класса, или же размер возможного ущерба от нежелательного события, или же некоторую комбинацию этих величин.

Таким образом, применение понятия «риск» позволяет перевести опасность в разряд измеряемых категорий.

Классификация и характеристики видов риска

Вид риска	Объект риска	Источник риска	Нежелательное событие
Индивидуальный	Человек	Условия жизнедеятельности человека	Заболевание, травма, инвалидность, смерть
Технический	Технические системы	Техническое несовершенство, нарушение правил эксплуатации	Авария, взрыв, пожар, разрушение, катастрофа
Экологический	Экологические системы	Антропогенное вмешательство в окружающую среду, техногенные ЧС	Антропогенные экологические катастрофы, стихийные бедствия
Экономический	Материальные ресурсы	Повышенная опасность производства	Увеличение затрат на безопасность, ущерб от недостаточной защищенности

Индивидуальный риск обусловлен вероятностью реализации потенциальных опасностей при возникновении опасных ситуаций.

Его можно определить по числу реализовавшихся факторов риска:

$$R_{\text{И}} = \frac{P(t)}{L(f)};$$

где $R_{\text{И}}$ - индивидуальный риск;

$P(t)$ - число пострадавших (погибших) за единицу времени t от определенного фактора риска f ;

$L(f)$ - число людей, подверженных фактору f за единицу времени t .

Источники и факторы индивидуального риска

Источник индивидуального риска	Наиболее распространенные факторы риска (смерти)
Организм человека	Наследственно-генетические, психосоматические заболевания; старение
Привычки	Курение, употребление алкоголя, наркотиков, нерациональное питание
Социальная экология	Некачественные воздух, вода, продукты питания; вирусные инфекции, бытовые травмы, пожары
Профессиональная деятельность	Опасные и вредные производственные факторы
Транспортное сообщение	Аварии транспортных средств, их столкновение с человеком
Непрофессиональная деятельность	Опасности, обусловленные любительским спортом, туризмом, другими увлечениями
Социальная среда	Вооруженный конфликт, преступление, убийство, суицид
Окружающая природная среда	Землетрясения, извержения вулкана, наводнения и др.

Техногенный риск выражает вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации ТС, реализации технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

Техногенный риск определяется по формуле:

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

где R_T - техногенный риск;

$\Delta T(t)$ - число аварий за единицу времени t на идентичных технических системах;

$T(f)$ - число идентичных технических систем, подверженных фактору f за единицу времени t .

Источники и факторы техногенного риска

Источник техногенного риска	Наиболее распространенный факторы техногенного риска
Низкий уровень НИР	Ошибочный выбор направлений развития техники и технологий по критериям безопасности
Низкий уровень ОКР	Выбор потенциально опасных конструктивных схем и принципов действия ТС. Ошибки в определении эксплуатационных нагрузок; неправильный выбор материалов; недостаточный запас прочности; отсутствие документации по обеспечению безопасной работы
Опытное производство новой техники	Ошибки в проектировании, конструировании и технологиях; в документации по надежности и риску
Серийный выпуск небезопасной техники	Отклонение от заданного химического состава материалов, недостаточная точность размеров, нарушение режимов термообработки деталей, нарушение регламентов сборки и монтажа

Источники и факторы техногенного риска

Источник техногенного риска	Наиболее распространенный факторы техногенного риска
Нарушение правил безопасной эксплуатации ТС	Использование техники не по назначению, нарушение паспортных режимов эксплуатации. Несвоевременные профилактические осмотры и ремонты. Нарушение требований транспортирования и хранения
Человеческий фактор (ошибки персонала)	Непрофессиональные решения в сложной ситуации. Неверная оценка информации о состоянии процесса. Слабое понимание сущности процесса. Психофизическая неустойчивость. Недисциплинированность

Экологический риск выражает вероятность экологического бедствия, нарушения нормального функционирования и существования экологических систем в результате антропогенного вмешательства или стихийного бедствия.

Техногенный риск определяется по формуле:

$$R_{\text{э}} = \frac{\Delta \text{Э}(t)}{\text{Э}};$$

где $R_{\text{э}}$ - экологический риск;

$\Delta \text{Э}(t)$ - число антропогенных экологических катастроф и стихийных бедствий за единицу времени t ;

Э - число потенциальных источников экологических разрушений на рассматриваемой территории.

Нежелательные события экологического риска могут проявляться как внутри зон вмешательства, так и за их пределами.

Масштаб (размах) экологического риска определяется соотношением площади кризисных или катастрофических территорий к суммарной площади рассматриваемой территории:

$$R_{\text{Э}}^m = \frac{\Delta S}{S};$$

где $R_{\text{Э}}^m$ - масштаб экологического риска;

ΔS - площадь кризисных или катастрофических территорий;

S – общая площадь рассматриваемой территории.

Источники и факторы экологического риска

Источник экологического риска	Наиболее распространенный факторы экологического риска
Антропогенное вмешательство в природную среду	Разрушение ландшафтов при добыче полезных ископаемых; образование искусственных водоемов; интенсивная мелиорация; уничтожение лесных массивов
Техногенное влияние на окружающую природную среду	Загрязнение водоемов и атмосферного воздуха вредными веществами; загрязнение почвы отходами производства; изменение газового состава воздуха; энергетическое загрязнение биосферы
Природные явления	Землетрясения, извержения вулканов, наводнения, ураганы, ландшафтные пожары, засуха, аномальные температуры

Социальный риск характеризует масштабы и тяжесть негативных последствий чрезвычайных ситуаций, а также различного рода явлений и преобразований, снижающих качество жизни людей. Оценить его можно по динамике смертности, рассчитанной на 1000 человек:

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

где R_c - социальный риск;

C_1 - число умерших за единицу времени t (смертность) в исследуемой группе в начале периода наблюдения;

C_2 - смертность в той же группе в конце периода наблюдения;

L – общая численность исследуемой группы.

Источники и факторы социального риска

Источник социального риска	Наиболее распространенный факторы социального риска
Экологическая неустойчивость территорий в результате урбанизации	Поселение людей в зонах возможного затопления, образования оползней, селей, извержения вулканов, ландшафтных пожаров, повышенной сейсмичности региона
Промышленные технологии и объекты повышенной опасности	Аварии на АЭС, ТЭС, химических комбинатах, продуктопроводах и т.п. Транспортные катастрофы. Техногенное загрязнение окружающей среды
Социальные и военные конфликты	Боевые действия. Использование оружия массового поражения
Эпидемии	Распространение вирусных инфекций
Снижение качества жизни	Безработица, голод, нищета. Неудовлетворительное медицинское обслуживание. Низкое качество продуктов питания. Неудовлетворительные жилищно-бытовые условия

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

$$R_E = \frac{B}{\Pi};$$

где R_E - экономический риск;

B - вред обществу от рассматриваемого вида деятельности;

Π – польза.

В общем виде вред обществу определяется как

$$B = Z_6 + Y;$$

где Z_6 - затраты на достижение данного уровня безопасности;

Y – ущерб, обусловленный недостаточной защищенностью человека и среды обитания от опасностей.

Чистая польза – сумма всех выгод (в стоимостном выражении), получаемых обществом от рассматриваемого вида деятельности:

$$\Pi = Д - З_{\Pi} - З_{\sigma} - У > 0,$$

где Д – общий доход от рассматриваемого вида деятельности;

$З_{\Pi}$ - основные производственные затраты.

Критерий экономически обоснованной безопасности жизнедеятельности имеет вид:

$$У < Д - (З_{\Pi} + З_{\sigma}).$$

В условиях хозяйственной деятельности необходим поиск оптимального отношения затрат на безопасность и возможного ущерба от недостаточной защищенности.

Использование рассматриваемых видов риска позволяет выполнять поиск оптимальных решений по обеспечению безопасности как на уровне предприятия, так и на макроуровне в масштабах инфраструктуры. Для этого необходимо выбрать значение приемлемого риска.

Приемлемый риск сочетает в себе технические, экологические и социальные аспекты и представляет собой 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.

Анализ риска

Анализ риска – процесс идентификации опасностей и оценки риска для отдельных лиц, групп населения, объектов окружающей среды и других объектов рассмотрения.

В общем, под анализом риска понимают процесс выявления опасности и оценки возможных негативных последствий в результате возникновения нарушений в работе ТС и представление этих последствий в количественных показателях.

Анализ риска – во многом субъективный процесс, в ходе которого учитываются не только количественные показатели, но и показатели, с трудом поддающиеся формализации, такие как позиции и мнения различных общественных групп влияния, возможность компромиссных решений, экспертные оценки и т.п.

В процессе анализа риска находят широкое применение формализованные процедуры и учет разнообразных ситуаций, с которыми может столкнуться управляющий персонал в ходе своей деятельности, особенно в условиях чрезвычайной обстановки.

Анализ риска имеет ряд общих положений, независимо от конкретной методики анализа и специфики решаемой задачи:

- при анализе всегда должны ставиться задачи определения допустимого уровня риска, стандартов безопасности обслуживающего персонала, населения и защиты окружающей среды;
- определение допустимого уровня риска происходит, как правило, в условиях недостаточной или непроверенной информации;
- в ходе анализа часто приходится решать вероятностные задачи, что может привести к существенным расхождениям в получаемых результатах;
- анализ риска следует рассматривать как процесс решения многокритериальных задач, которые могут возникнуть как компромисс между сторонами, заинтересованными в определенных результатах.

Анализ риска должен дать ответы на три основных вопроса:

1. Что плохого может произойти? (идентификация опасностей)
2. Как часто это может случиться? (анализ частоты)
3. Какие могут быть последствия? (анализ последствий)

Выраженный в наиболее общем виде процесс анализа риска может быть представлен как ряд последовательных событий:

1. Планирование и организация работ
2. Идентификация опасностей
 - выявление опасностей;
 - предварительная оценка характеристик опасностей;
3. Оценка риска
 - анализ частоты;
 - анализ последствий;
 - анализ неопределенностей;
4. Разработка рекомендаций по управлению риском

1. Планирование и организация работ

- ❖ Требования нормативно-правовых актов
- ❖ Выбор задач, средств и методов
- ❖ Более простые и понятные методы следует предпочесть более сложным, не до конца ясным и методически необеспеченным.

На первом этапе необходимо:

- указать причины и проблемы, вызвавшие необходимость проведения анализа;
- дать описание анализируемой системы;
- подобрать соответствующую команду;
- установить источники информации о безопасности системы;
- указать исходные данные и ограничения, обуславливающие пределы анализа рисков;
- четко определить цели анализа и критерии приемлемого риска.

2. Идентификация опасностей

На основе информации о системе, результатов экспертизы и опыта работы подобных систем необходимо выявить и четко описать все присущие системе опасности.

Невыявленные на этом этапе опасности не участвуют в дальнейшем рассмотрении и исчезают из поля зрения.

Предварительная оценка опасностей проводится с целью выбора дальнейшего направления деятельности:

- прекратить дальнейший анализ ввиду незначительности опасностей;
- провести более детальный анализ риска;
- выработать рекомендации по уменьшению опасностей.

3. Оценка риска

-

4. Разработка рекомендаций по управлению риском

-

По проведенной таким образом работе составляется отчет, требования к содержанию которого строго сформулированы и касаются перечисленных выше вопросов.

Множественность результатов анализа и возможность компромиссных решений дают основание считать, что анализ риска не является строго научным процессом, поддающимся проверке объективными научными методами.

Оценка риска

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 – обязательная часть анализа, которая включает анализ частоты, анализ последствий и их сочетаний.

На этом этапе идентифицированные опасности должны быть оценены на основе критериев приемлемого риска с целью выделения опасностей с неприемлемыми уровнями риска.

Этот шаг будет основой для разработки рекомендаций и мер по уменьшению опасности.

Существуют четыре разных подхода к оценке риска.

Первый - инженерный.

Он опирается на статистику поломок и аварий, на вероятностный анализ безопасности: построение и расчет деревьев событий и деревьев отказов.

Дерево событий предсказывает, во что может развиваться тот или иной отказ техники, а дерево отказов помогает проследить все причины, которые способны вызвать какое-то нежелательное явление.

Когда деревья построены, рассчитывается вероятность реализации каждого из сценариев (каждой ветви), а затем - общая вероятность аварии на объекте.

Второй подход, 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 - **экспертный**: вероятности различных событий, связи между ними и последствия аварий определяют не вычислениями, а опросом опытных экспертов.

Наконец, в рамках четвертого подхода – социологического – исследуется отношение населения к разным видам риска, например с помощью социологических опросов.

В разных задачах под риском следует понимать вероятность аварии, масштаб возможного ущерба от нее, или комбинацию двух этих величин.

Описывая риск, нужно учитывать и выгоду, которую получает общество, когда на него идет.

Иными словами, величина риска - это не какое-то одно число, а скорее вектор, состоящий из нескольких компонент.

Управление риском

Управление риском (УР) - это часть системного подхода к принятию решений, процедур и практических мер в решении задач предупреждения или уменьшения опасности промышленных аварий для жизни человека, заболеваний или травм, ущерба материальным ценностям и окружающей природной среде.

УР - совокупность мероприятий, направленных на снижение уровня технического риска, уменьшение потенциальных материальных потерь и других негативных последствий аварий.

По сути дела, речь идет о предотвращении возникновения аварийных ситуаций на производстве и мерах по локализации негативных последствий в тех случаях, когда аварии произошли.

В принципах управления риском заложены стратегические и тактические цели.

В стратегических целях выражено стремление к достижению максимально возможного уровня благосостояния общества в целом.

В тактических – стремление к увеличению безопасности населения, продолжительности жизни. В них оговариваются как интересы групп населения, так и каждой личности в защите от чрезмерного риска.

Важнейшим принципом является положение о том, что

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

Политика в области управления риском должна строиться в рамках строгих ограничений на воздействие на технические системы и природные экосистемы, состоящих из требований о не превышении величин воздействий предельно допустимых уровней, предельно допустимых концентраций и предельно допустимых экологических нагрузок на экосистемы.

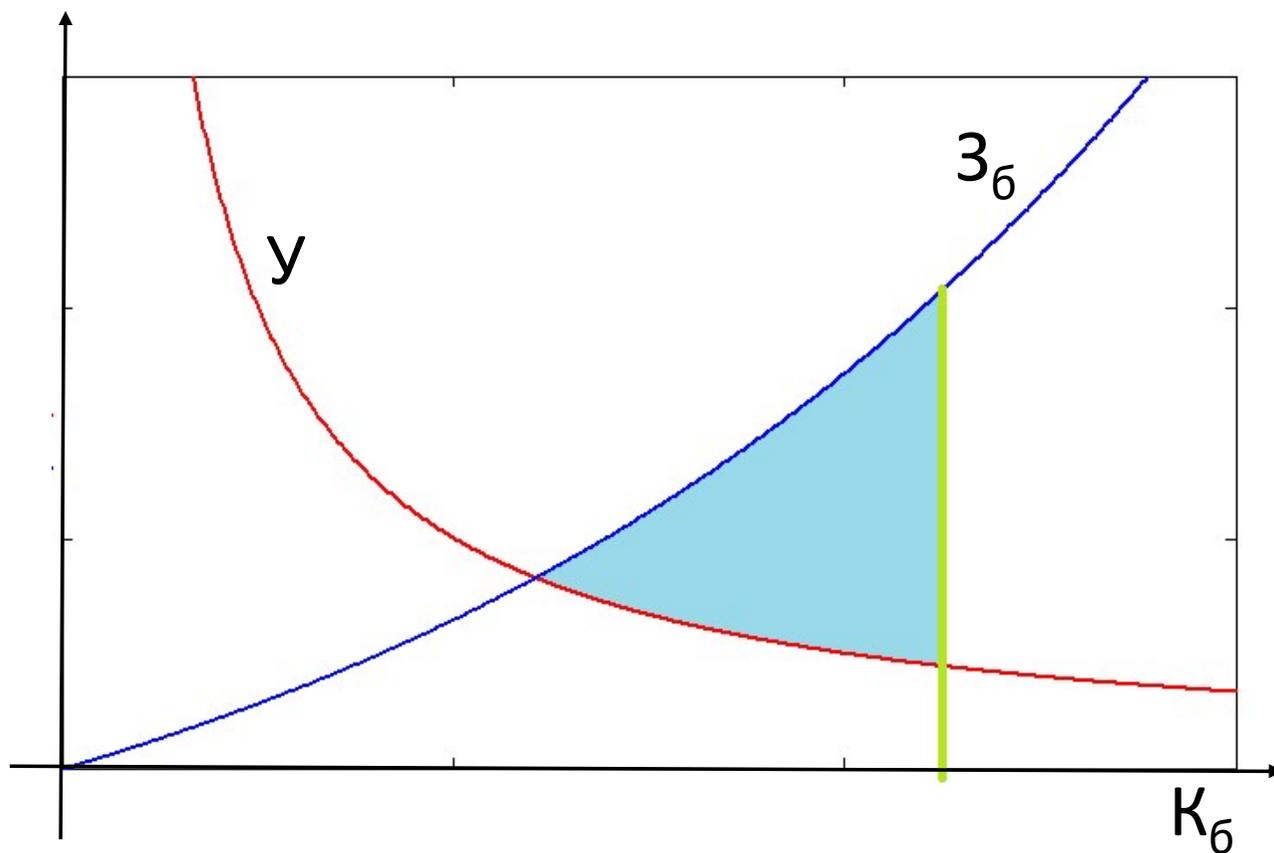
Модель управления риском состоит из четырех этапов.

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

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

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

Процесс сравнения опирается на метод «затраты – выгоды»:



y – ущерб;

$З_6$ – затраты безопасность;

K_6 – критерий безопасности.

Заштрихованная площадь –
область приемлемых значений

На втором этапе возможны три варианта принимаемых решений:

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

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

Четвертый этап – принятие регулирующего решения – определение нормативных актов (законов, постановлений, инструкций) и их положений, соответствующих реализации той «типовой» меры, которая была установлена на предшествующей стадии.

Данный элемент, завершая процесс управления риском, одновременно увязывает все его стадии, а также стадии оценки риска в единый процесс принятия решений, в единую концепцию риска.

Количественные показатели риска

Количественно риск может быть определен как частота реализации опасности.

Изучение статистических данных позволяет выявить частоту возникновения опасных событий. Однако серьезность событий может значительно изменяться от события к событию; тогда возникает необходимость введения категорий событий (например, события с тяжелыми, средними или легкими последствиями) и рассмотрения частоты каждой из таких категорий. Последнее достигается приписыванию каждому классу или подклассу показателя риска (числа событий за определенный период времени, деленный на длительность этого периода), имеющего размерность обратного времени. Этот показатель иногда рассматривается как мера «вероятности» возникновения события.

Риск как вероятность:

$$R = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \cdot P_4$$

где R - риск, вероятность нанесения определенного ущерба;

P_1 - вероятность возникновения события или явления, обуславливающего формирование и действие опасных факторов;

P_2 - вероятность формирования определенных уровней физических полей, ударных нагрузок, полей концентрации вредных веществ, воздействующих на людей и другие объекты;

P_3 - вероятность того, что указанные уровни полей и нагрузок приведут к определенному ущербу;

P_4 - вероятность отказа средств защиты.

Количественная мера риска может выражаться не только вероятностной величиной.

Риск иногда интерпретируют как математическое ожидание ущерба, возникающего при реализации опасностей.

При определении математического ожидания величины ущерба представляется целесообразным принимать во внимание все возможные виды опасных происшествий для данного объекта и оценку риска производить по сумме произведений вероятностей указанных событий на соответствующие ущербы.

В этом случае справедлива следующая зависимость:

$$R_{MO} = \sum_{i=1}^n P_i \cdot Y_i$$

где R_{MO} - уровень риска, выраженный через математическое ожидание ущерба;

P_i - вероятность возникновения опасного события i -го класса;

Y_i - величина ущерба при i -м событии.

Эта интерпретация находит применение, однако вероятностная мера риска является более удобной и применяемой при решении широкого круга задач научного и практического характера, в особенности задач, касающихся промышленной безопасности.

Приемлемый риск

Традиционный подход к обеспечению безопасности при эксплуатации технических систем и технологий базируется на концепции «абсолютной безопасности» – ALARA (аббревиатура от «As Low As PracticabLe Achievable»: «настолько низко, насколько это достижимо практически»).

То есть внедрение всех мер защиты, которые практически осуществимы.

Как показывает практика, такая концепция не адекватна законам техносферы. Эти законы имеют вероятностный характер, и абсолютная безопасность достигается лишь в системах, лишенных запасенной энергии.

Современный мир отверг концепцию абсолютной безопасности и пришел к концепции «приемлемого» (допустимого) риска.

То есть если нельзя создать абсолютно безопасные технологии, обеспечить абсолютную безопасность, то, очевидно, следует стремиться к достижению хотя бы такого уровня риска, с которым общество в данное время сможет смириться.

В силу этих обстоятельств в промышленно развитых странах, начиная с конца 70-х — начала 80-х гг., в исследованиях, связанных с обеспечением безопасности, начался переход от концепции «абсолютной» безопасности к концепции «приемлемого» риска.

Вероятность смерти в течение года для индивидуума от опасностей, связанных с техносферой, более 10^{-6} считается недопустимой, а менее 10^{-8} - пренебрежимой.

«Приемлемый» уровень риска выбирается в диапазоне 10^{-6} - 10^{-8} в год, исходя из экономических и социальных причин.

Для сравнения: риск смерти человека, равный 10^{-6} , соответствует риску, которому он подвергается в течение своей поездки на автомобиле на расстояние в 100 км, или полете на самолете на расстояние 650 км, или если он выкуривает 3/4 сигареты, или в течение 15 мин. занимается альпинизмом и т. д.

Существует уровень риска, который можно считать пренебрежимо малым. Если риск от какого-то объекта не превышает такого уровня, нет смысла принимать дальнейшие меры по повышению безопасности, поскольку это потребует значительных затрат, а люди и окружающая среда из-за действия иных факторов все равно будут подвергаться почти прежнему риску.

С другой стороны, есть уровень максимального приемлемого риска, который нельзя превосходить, каковы бы ни были расходы. Между двумя этими уровнями лежит область, в которой и нужно уменьшать риск, отыскивая компромисс между социальной выгодой и финансовыми убытками, связанными с повышением безопасности.

Решение о том, какой уровень риска считать приемлемым, а какой нет, носит *не технический, а политический характер* и во многом определяется экономическими возможностями страны.

Так, правительство и парламент Нидерландов законодательно установили такие уровни. Максимальным приемлемым уровнем индивидуального риска считается величина 10^{-6} в год. Иными словами, вероятность гибели человека в течение года не должна превышать одного шанса из миллиона.

Пренебрежимо малым считается индивидуальный риск 10^{-8} в год.

Для факторов, которые приводят к отдаленным опасным последствиям и не имеют порога действия, приняты эти же нормы.

Если такие факторы сказываются лишь на превышении порога (например, предельно допустимой концентрации вредного вещества), то максимальный приемлемый уровень риска соответствует порогу.

Максимальным приемлемым уровнем риска для экосистем считается тот, при котором может пострадать 5% видов биогеоценоза.