



Риск и экологический риск

ПОНЯТИЕ И СВОЙСТВА РИСКА

Факторы риска

Экологически опасные факторы – это изменения окружающей среды, способствующие или приводящие к качественным и количественным нарушениям в экосистемах, которые оказывают влияние на жизнеспособность и адаптацию популяций и человека – основную составляющую экосистемы.

К ним относятся:

- 1) особенности производства: токсичность, численность работников, уровень автоматизации, виды и объемы отходов, обращение отходов по природным средам, состояние защитных зон, ареалы загрязнения;*
- 2) природно-техногенные факторы опасных воздействий, которые создают различные чрезвычайные ситуации, сопровождаемые взрывами, пожарами и выбросами опасных веществ.*

Среди катастрофических проявлений – многочисленные разрушения зданий и сооружений, аварии на всех видах транспорта, взрывы метана, затопления подвалов домов и т. п.

Понятие риска

Риск является понятием, характеризующим степень неопределенности в предсказании результатов предпринимаемых действий.

Риск можно рассматривать как степень потенциальной опасности. Соответственно избежание или снижение риска является мерой безопасности.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» определяет экологический риск как вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

В этом определении под риском понимается вероятность, но это далеко не единственный способ представления риска.



Схема возникновения опасности и формирования риска

Если объект-источник, либо зона его опасности, затрагивают объект-реципиент, или область его интересов (жизненное пространство), происходит актуализация опасности.

По характеру своего воздействия (в координатах времени) опасность может быть внезапно возникающей, периодически или постоянно действующей.

Направление вектора опасности вполне очевидно.

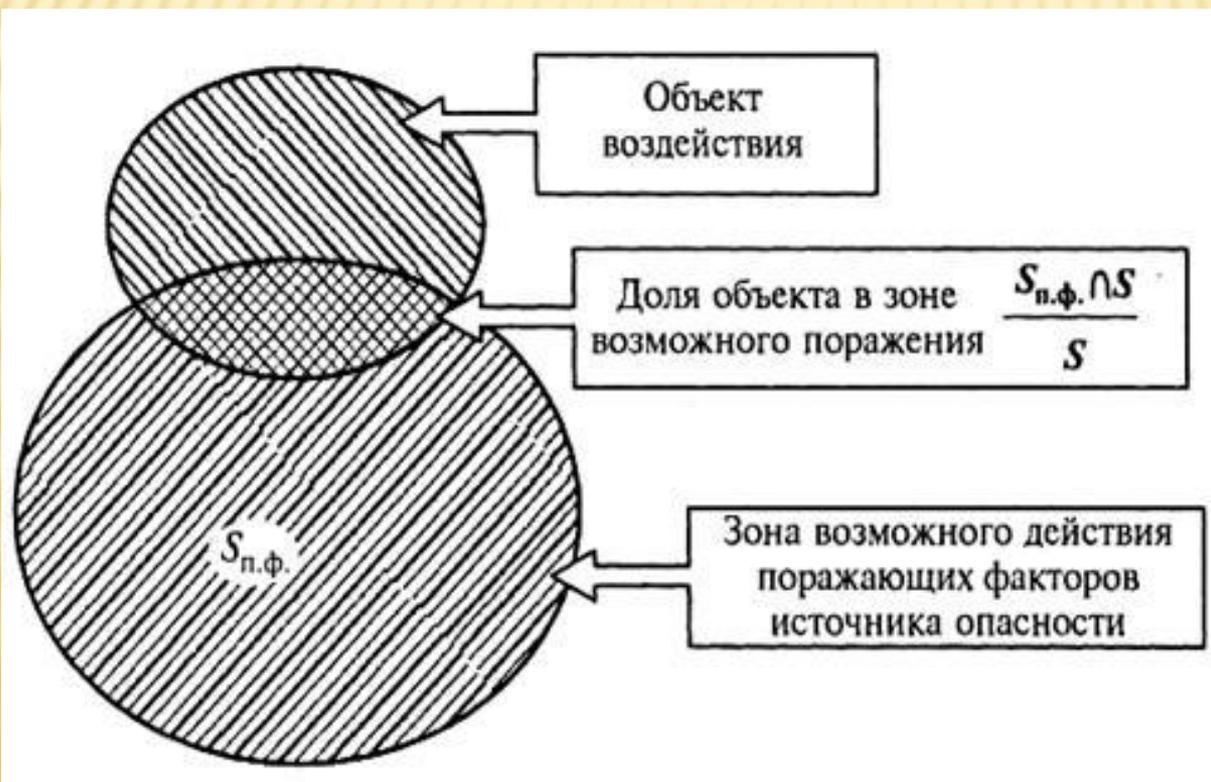
Взаимное положение источников опасности и объектов воздействия их опасных факторов может быть различным. Объект воздействия может попасть в зону возможного поражения от источника опасности или оказаться вне ее. В этом случае степень угрозы для объекта, размещенного на опасной территории, определяется его долей (Y) в зоне возможного поражения

$Y =$

$$\frac{S_{п.ф} \cap S}{S}$$

где S — площадь территории объекта;

$S_{п.ф}$ — площадь зоны возможного поражения.



Обычно величина риска определяется как произведение величины ущерба (I) на вероятность (P_i) события (i), вызывающего этот ущерб:

$$R = IP_i$$

Иногда вероятность, называемую *коэффициентом риска*, представляют как произведение трех компонент:

$$R = IP_1P_2P_3,$$

где P_1 – вероятность возникновения события или явления, обуславливающего формирование и действие вредных факторов; P_2 – вероятность формирования определенных уровней физических полей, ударных нагрузок, полей концентрации вредных веществ в различных средах и их дозовых нагрузок, воздействующих на людей и другие объекты биосферы; P_3 – вероятность того, что указанные выше уровни полей и нагрузок приведут к определенному ущербу.

По данным Ростехнадзора, за период времени эксплуатации $T = 10$ лет (1999—2008 гг.) на магистральных нефтепроводах (МН) произошло $N = 124$ аварии (по различным причинам, включая диверсии и самовольные врезки). Определите частоту (интенсивность) аварий в удельных единицах и прогнозируемую частоту аварий на участке МН протяженностью $L = 520$ км, если средняя общая протяженность МН составляла $L = 49,0$ тыс. км.

1. Среднее значение частоты аварий

$$\lambda = \frac{N}{T} = \frac{124}{10} = 12,4 \text{ года}^{-1}$$

2. Удельная частота возникновения аварий

$$\lambda_{\text{уд}} = \frac{\lambda}{L} = \frac{12,4}{49} = 0,25 \text{ 1/(тыс. км} \cdot \text{ год)} = 0,25 \cdot 10^{-3} \text{ (км} \cdot \text{ год)}^{-1}$$

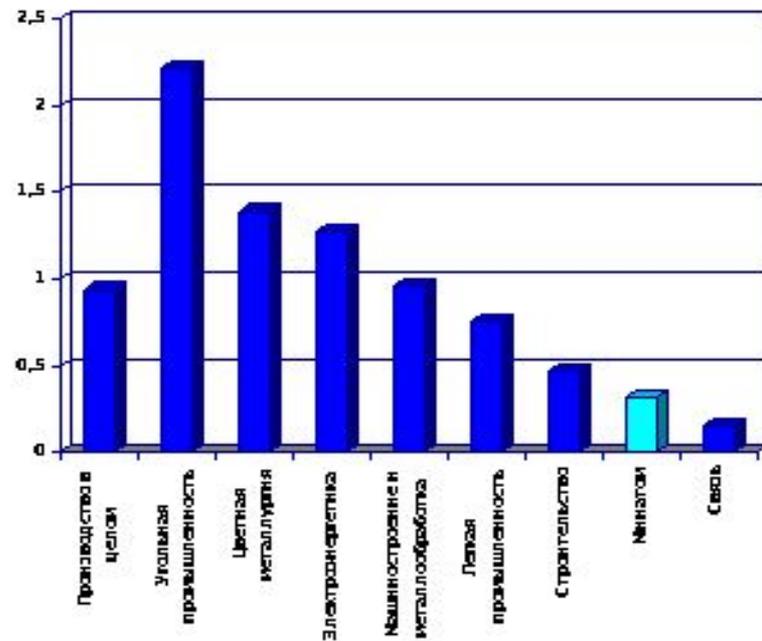
3. Прогнозируемая частота возникновения аварий на участке МН за год:

$$\lambda_1 = \lambda_{\text{уд}} L_1 = 0,25 \cdot 10^{-3} \cdot 520 = 0,14 \text{ года}^{-1}$$

т. е. в среднем 1 раз в семь лет.

При определении величины индивидуального риска, когда последствия, к примеру, аварии предположены заранее в виде летального исхода, риск рассматривается как функция одной переменной – частоты возникновения аварии (λ , год⁻¹):

$$R = f(\lambda).$$



Риски для персонала по отраслям
Сутки потерянной жизни на одного работающего в отрасли за год

Появляется возможность определить *суммарный риск (R)* предпринимаемого действия:

$$R = \sum_{(3)} P_i T_i,$$

где $i = 1, 2, 3, \dots, m$ – количество направлений, по которым рассчитывается риск.

Критерии оценки экологического риска

Экологическая опасность – ситуация, в которой могут происходить нежелательные события, вызывающие отклонения состояния здоровья человека и (или) состояния окружающей среды от их среднестатистического значения; отклонение определенных параметров, признаков, факторов, характеризующих состояние окружающей среды, от их установленных (оптимальных, допустимых и т.д.) значений.

Экологический ущерб – это вред окружающей среде, имущественным интересам природопользователя в виде прямых потерь материальных ценностей, неиспользования вложенных затрат, неполучения предполагаемых доходов, вынужденных расходов на восстановление имущественных потерь.

Под *экологическим риском* понимается возможный экономический ущерб окружающей среде от планируемой деятельности, что вытекает из экологической оценки неблагоприятных (или опасных) природных процессов и явлений, оптимизации использования природных ресурсов.

Критерии оценки экологического риска

Анализ риска как основы принятия решения о планируемой деятельности включает в себя:

- ✓ оценку всех совокупных рисков от воздействия объектов инвестиционной деятельности;
- ✓ анализ затрат на реализацию проектных решений;
- ✓ анализ долгосрочной прибыли или выгод от принятого решения.

Принятие хозяйственного решения на основе анализа экологического риска включает четыре последовательных стадии:

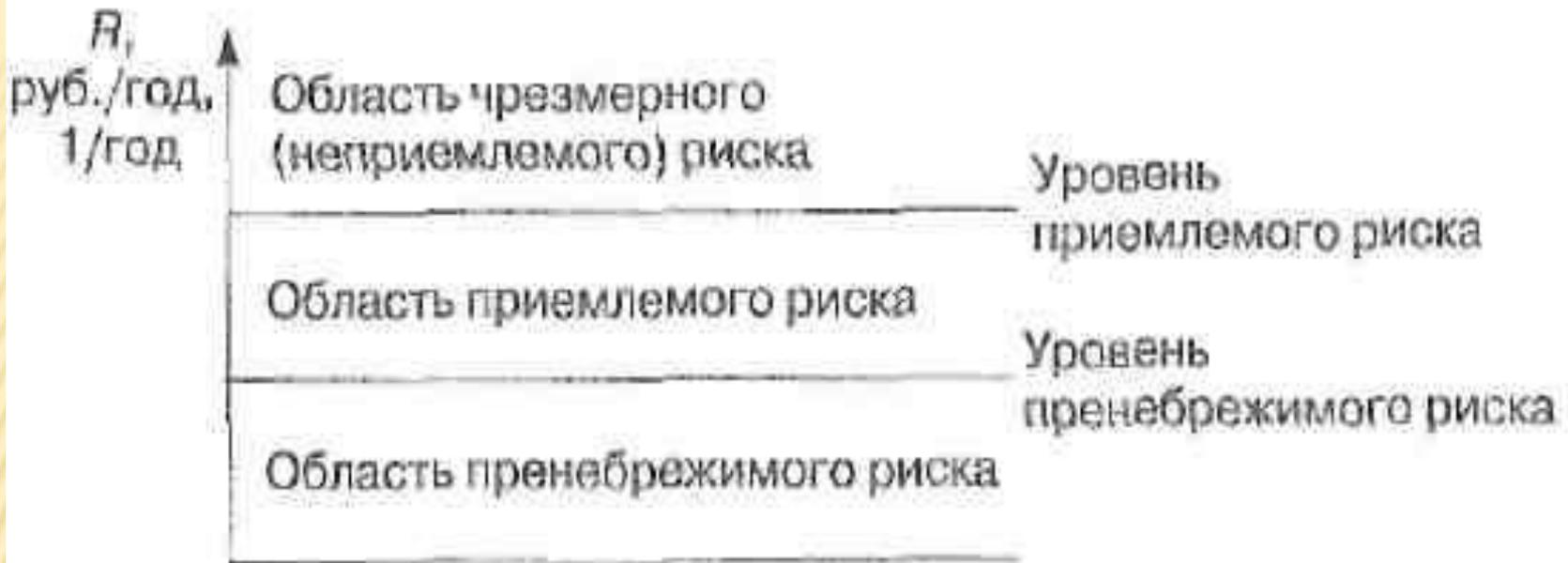
- ✓ идентификация видов опасностей для человека и окружающей среды планируемой деятельности;
- ✓ количественная оценка планируемого воздействия, ранжирование рисков по степени опасности и их учет при подготовке принятия решений;
- ✓ принятие решения о допустимости планируемой деятельности для объектов охраны окружающей среды;
- ✓ осуществление контроля за управлением состоянием окружающей среды и мониторинга за планируемой деятельностью.

Критерии оценки экологического риска

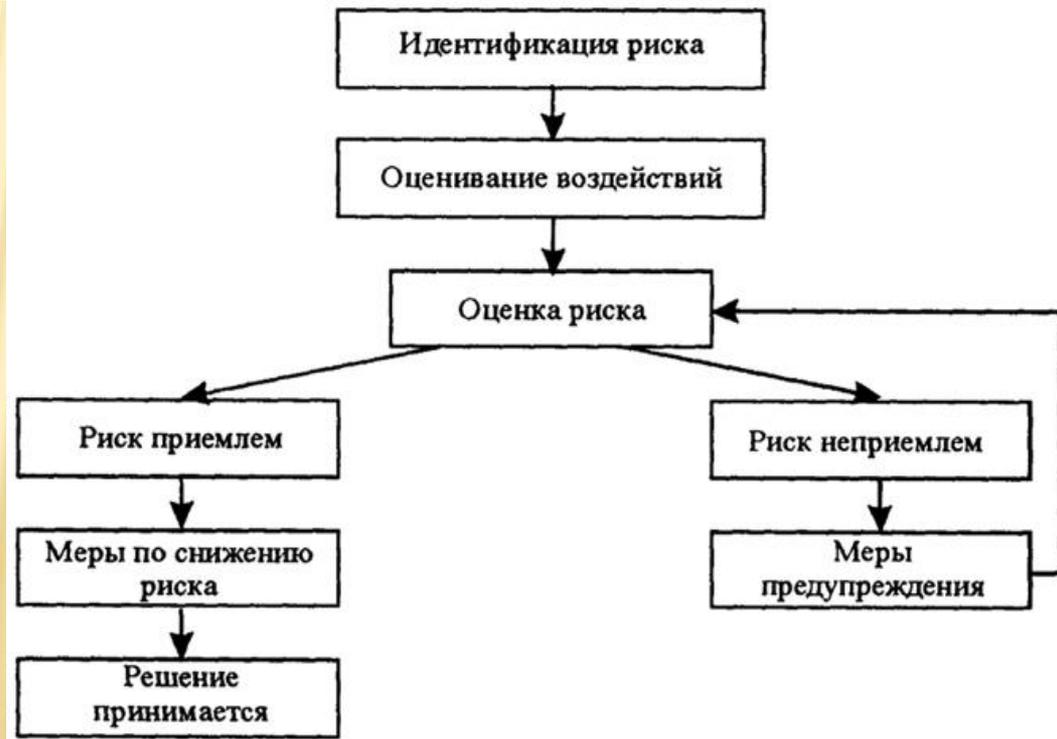
- ✓ переложение риска на «третьих лиц» преследуется законодательством РФ. Как правило, жертвы экологических ЧС коллективны и анонимны, а последствия сказываются постепенно и отдалены во времени. Хотя принцип «загрязнитель платит» должен действовать неукоснительно;
- ✓ обязанность возмещения ущерба и устранения последующего вреда часто перекладывается на государство, фактически на налогоплательщиков, и так уже пострадавших от загрязнения;
- ✓ экологический риск является более широким понятием, чем остальные виды риска. Он охватывает не только стоимостную, но и гуманитарную сферу. Его последствия могут быть настолько тяжелы, что выигрыш рискующего может составить лишь несколько процентов от их объема;
- ✓ учет экологической составляющей при анализе и оценках возможных рисков планируемой деятельности является обязательной частью инвестиций.

Допустимый риск – это результат поиска оптимального баланса между абсолютной безопасностью и требованиями, которым должны соответствовать продукция, процесс или услуга, а также такими факторами, как удовлетворенность пользователя, соответствие назначению, эффективность затрат и сложившаяся практика.

Уровень допустимого риска следует постоянно пересматривать.



Области и уровни риска



Концепция устойчивого развития,
реализуемая мировым сообществом

Концепция приемлемого риска,
реализуемая каждым государством

Концепция оправданного риска,
реализуемая государственными
органами;
интуитивно каждым человеком

**Степень общности
концепций обеспечения
безопасности**





Классификация рисков

Классификация рисков по объекту воздействия негативных факторов

Вид риска	Объект воздействия	Негативные последствия
Индивидуальный	Человек, его здоровье и жизнь	Снижение работоспособности, заболевание, травма,
Социальный	Общество, население	Социальный ущерб: снижение средней продолжительности жизни, рост населения за чертой бедности, преступности
Технический	Антропогенные объекты (техно - социальные системы): здания, сооружения, оборудование, объекты инфраструктуры и социума	Повреждение, разрушение
Хозяйственный (экономический)	Организации (социально-экономические системы) всех уровней, их финансовое состояние и стабильное функционирование	Потери капитала, снижение производства, инвестиций, научно-технического потенциала; экономические кризисы
Экологический	Окружающая среда, системы организмов, популяционные и экосистемы всех уровней	Загрязнение компонентов природной среды, их деградация, исчезновение, экологический кризис, угроза изменения климата
Стратегический	Государство (социально-политические системы) его стабильное функционирование и устойчивое развитие (национальная безопасность)	Угрозы государственных и глобальных кризисов, последствия аварий и катастроф на критически важных объектах (ОПО), угрозы национальной безопасности

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК- АНАЛИЗ

Экологический риск-анализ



Оценка риска (*Risk Assessment*)

– научный анализ происхождения, причин и масштабов риска в конкретной ситуации



Управление риском (*Risk Management*)

– анализ рискованной ситуации и разработка решения, направленного на минимизацию риска

Оценка рисков позволяет решать комплекс жизненно важных проблем устойчивого развития общества, а именно:

- ✓ разрабатывать нормативные документы и законодательные акты по регулированию хозяйственного использования территорий;
- ✓ проводить целенаправленное инвестирование мероприятий по снижению угроз от опасных природных явлений;
- ✓ разрабатывать оптимальные проектные решения;
- ✓ планировать создание системы предупреждения и реагирования на природные опасности (мониторинг, силы мобильного реагирования).

Задачи экологического риск-анализа

К основным составляющим риска относят экологическую, экономическую и социальную характеристики.

Экономическими показателями ущерба (*экономический риск*) являются: утрата материальных ценностей, необходимость финансовых, порой значительных, затрат на восстановление потерянного и т.д.

В число социальных показателей (*общественный риск*) входят: заболеваемость, ухудшение здоровья людей, смертность, вынужденная миграция населения, связанная с необходимостью переселения групп людей, и т.п.

К экологическим показателям (*экологический риск*) относятся: разрушение биоты, негативное, порой необратимое, воздействие на экосистемы, ухудшение качества окружающей среды, связанное с ее загрязнением, повышение вероятности возникновения специфических заболеваний, отчуждение земель, гибель лесов, озер, рек, морей и т.д.

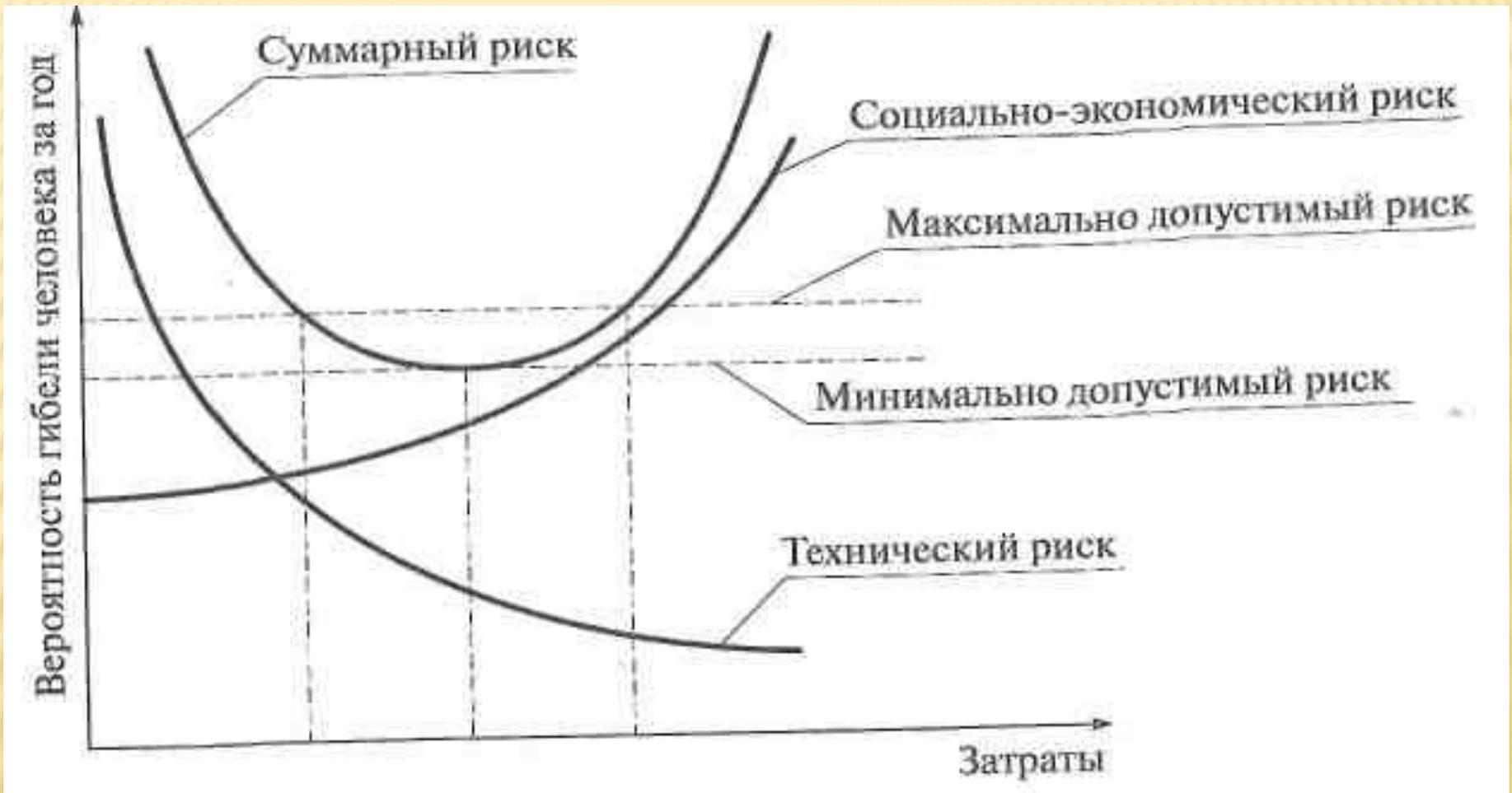
В задачи экологического риск-анализа входят:

- ✓ выявление контрастных экологических обстановок и зон повышенных мезоклиматических потенциалов, определяющих аномальные аэротехногенные выпадения загрязняющих веществ;
- ✓ выявление приоритетных природных и техногенных факторов, нарушающих безопасное функционирование инфраструктуры и способных вызвать катастрофический ущерб хозяйству района и здоровью людей;
- ✓ выделение незащищенных участков и уязвимых узлов инфраструктуры: транспорт, предприятия ТЭК, инженерные коммуникации, промышленные зоны и т.д.; анализ состояния их технологического контроля и превентивного мониторинга;
- ✓ разработка системы ранжирования территории по уровню экологической безопасности на региональном уровне для выявления нарушений конкретных компонентов природно-территориального комплекса при проектировании, строительстве и реконструкции ПХС;
- ✓ создание рекомендаций по предупреждению крупных аварий на территории и прилегающей акватории.

Модели оценки риска

Развитие теории риска привело к последовательному формированию принципов, характеризующих отношение человека и общества к их роли в обеспечении безаварийного функционирования техногенных объектов:

- ✓ *принцип нулевого риска*, т. е. безусловной безопасности как важнейшего элемента качества жизни, сохранения окружающей среды и здоровья населения;
- ✓ *принцип последовательного приближения к абсолютной безопасности*, т.е. к нулевому риску, предполагающий определенное сочетание альтернативных структур, технологий и других характеристик и исследование этих сочетаний;
- ✓ *принцип минимального риска*, в соответствии с которым уровень опасности устанавливается настолько низким, насколько это реально достижимо, исходя из допущения, что любые затраты на защиту человека оправданы;
- ✓ *принцип сбалансированного риска*, следуя которому учитываются различные естественные опасности и антропогенные воздействия, изучается степень риска каждого события и условия, в которых люди подвергаются опасности;
- ✓ *принцип приемлемого риска*, базирующийся на анализе соотношений «затраты – риск», «выгода – риск», «затраты – выгода». Общество, исходя из своих возможностей, должно остановиться на некотором научно обоснованном приемлемом уровне риска.



Зависимости степени суммарного риска и его составляющих от размера затрат на его предупреждение

Модели оценки риска

Схема оценки техногенного воздействия на окружающую среду состоит из следующих основных блоков:

- ✓ расчет техногенного воздействия как потенциального (прогнозируемого) риска в соответствии с результатами оценки качества среды;
- ✓ оценка реального риска здоровью с использованием статистических и экспертных аналитических методов;
- ✓ оценка индивидуального риска на основе расчета накопленной дозы и применения методов дифференциальной диагностики.

Уровень приемлемого экологического риска

В международной практике в настоящее время концепция приемлемого риска известна как принцип *ALARA* (*As Low As Reasonable Achievable*), т.е. настолько низко, насколько это достижимо в разумных пределах.

Обычно *уровень приемлемого риска* устанавливается по отношению к индивидуальному риску.

Во многих странах (например, в Нидерландах) величина 10^{-6} законодательно принята в качестве порога приемлемого индивидуального риска от всех техногенных и природных опасностей.

В некоторых странах устанавливается два уровня риска: 10^{-4} (верхний уровень) и 10^{-8} (нижний уровень).

Методологические основы, принципы, инструменты и процедуры анализа риска разных видов хозяйственной деятельности в основных природных обстановках России к настоящему времени сформированы лишь в самом общем виде. Базовым принципом при этом является представление о приемлемом экологическом риске во время функционирования природно-хозяйственных систем.

Пороговым значением риска, после которого наступает принятие соответствующих управленческих решений или применение экономических механизмов воздействия, является значение риска, большее 0,001.

Реперные уровни риска смерти в год

$(1 - 5) \cdot 10^{-6}$	Отравление выхлопными газами автомобилей
$1 \cdot 10^{-5}$	Естественная среда обитания (землетрясения, наводнения, ураганы, грозы и т. д.)
$(0,4 - 2) \cdot 10^{-5}$	Загрязнение атмосферного воздуха выбросами ТЭС
$7,5 \cdot 10^{-5}$	Военные действия в мирный период
$5 \cdot 10^{-4}$	Социально приемлемый уровень риска от профессиональных факторов соответствует риску смерти от болезней в 30 лет, т. е. когда он минимален, а также риску от курения
$1 \cdot 10^{-3}$	Популяция лабораторных грызунов («недетерминированная» гибель)
$(1,7 - 2,5) \cdot 10^{-3}$	«Недетерминированная» смертность в России (1992–2000 годы) — убийства, травмы и отравления (возрастной максимум — 20—24 года)
$(2 - 10) \cdot 10^{-2}$	Неядерная война