

Техногенные системы и экологический риск

Курс лекций

Рекомендуемая литература.

- 2. В.Т. Алымов, Н.П. Тарасова. Техногенный риск. Анализ и оценка. М.: ИКЦ Академкнига, 2004.**
- 3. И.Н. Лыков, Г.А. Шестаков. Техногенные системы и экологический риск. М.:ИПЦ Глобус, 2005.**
- 4. Управление риском: Риск. Устойчивое развитие. Синергетика. М.: Наука, 2000.**

Рекомендуемая литература

5. В.В. Яковлев. Экологическая безопасность, оценка риска: Учеб. пособие. СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2008.
6. Башкин В.Н. Экологические риски: расчет, управление, страхование: Учеб. Пособие. М.: Высш. Шк., 2007.
7. Сынзыныс Б.И., Тянтова Е.Н., Мелехова О.П. Экологический риск: Учебное пособие. М.: Логос, 2005.

8. РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

Методика

**Прогнозирования масштабов
заражения сильнодействующими
ядовитыми веществами при авариях
(разрушениях) на химически
опасных объектах и транспорте**

РД 52.04.253-90

Ленинград Гидрометеоиздат 1991

Рекомендуемая литература.

9. **А.В. Киселев, К.Б. Фридман. Оценка риска здоровью. СПб.: Международный институт оценки риска здоровью, 1997.**

10. **Н.П. Тихомиров, И.М. Потравный, Т.М. Тихомирова. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками. М.: Российская экономическая академия им. Г.В.Плеханова, 2003.**

**Федеральная служба по надзору в сфере
защиты прав потребителей и благополучия
человека**

**Руководство
по оценке риска для здоровья
населения
при воздействии химических веществ,
загрязняющих окружающую среду**

**Руководство
Р 2.1.10.1920-04
Москва
2004**

**РУКОВОДСТВО
ПО БЕЗОПАСНОСТИ
"МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПО
ПРОВЕДЕНИЮ
АНАЛИЗА ОПАСНОСТЕЙ И
ОЦЕНКИ РИСКА АВАРИЙ НА ОПАСНЫХ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТАХ"**

**Приказ Ростехнадзора
от 13.05.2015 N 188**

Воробьев Ю.Л.

Основы

**формирования и реализации
государственной политики
в области снижения рисков
чрезвычайных ситуаций**

Москва: «Деловой экспресс»

2000

Существует несколько определений экологической безопасности, среди которых трудно выбрать наиболее правильное или вполне адекватное представлению о безопасности в целом и об экологической безопасности в частности.

Совет Безопасности Российской Федерации использует следующую формулировку:

«Экологическая безопасность - процесс обеспечения защищенности жизненно важных интересов личности, общества, природы и государства от реальных и потенциальных угроз, создаваемых антропогенными или естественными воздействиями на окружающую среду. Система экологической безопасности - совокупность законодательных, технических, медицинских и биологических мероприятий, направленных на поддержание равновесия между биосферой и антропогенными, а также естественными внешними нагрузками».

С этим определением можно было бы согласиться, но безопасность это не процесс, это состояние, что подтверждается рядом нормативных документов, например, Законом РФ от 21.07.97 г. N2 116ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов», где безопасность определена как **«состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества...»**.

Можно найти еще одно определение:

Под экологической безопасностью подразумевается **«совокупность состояний, процессов и действий, обеспечивающих экологический баланс в окружающей среде и не приводящих к жизненно важным ущербам (или угрозам таких ущербов), наносимым природной среде и человеку»**.

Рассмотрим следующее определение:

«Экологическая безопасность это состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможных воздействий хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. Экологическая безопасность обеспечивается за счет предотвращения возникновения чрезвычайных ситуаций техногенного характера и снижения их негативных последствий».

Экологическая безопасность рассматривается рядом крупных ученых как «состояние защищенности человека, общества и окружающей среды от вредных воздействий антропогенных, природных и экологических факторов. Такие вредные воздействия не должны повлечь за собой дегармонизацию естественных процессов не только на макро-, но и на микроуровне, нарушение саморегуляции и экологических равновесий в экосистемах».

[Экодинамика и экологический мониторинг Санкт-Петербургского региона в контексте глобальных изменений.-СПб: Наука, 1996.-442 с.]

Член-корреспондент РАН, профессор Федоров М. П. определяет экологическую безопасность как **«состояние, при котором взаимодействие природного комплекса и человека определяется как устойчивое (гомеостатическое)»**. Это определение требует расшифровки целого ряда понятий:

- **гомеостаз** - состояние подвижного равновесия (или устойчивого неравновесия) экосистемы, поддерживаемое сложными приспособительными реакциями входящих в нее живых организмов;

- **система экологическая (экосистема)** - взаимодействующие путем вещественного обмена живое сообщество (биоценоз) и окружающая среда (биотоп). Экосистема основная функциональная единица в экологии, ее компоненты (живая и неживая среда) взаимно влияют на свойства друг друга и необходимы для поддержания жизни в той форме, которая существует на Земле;

· **биосфера** область распространения жизни на земном шаре, т.е. населенная организмами атмосфера, земная кора (литосфера), гидросфера (включая грунтовые, поверхностные воды, а также воды морей и океанов). Последнее определение может иметь следующую трактовку:

Экологической безопасностью называется состояние устойчивого динамического равновесия биосферы.

Из приведенного определения следует, что одной из главных проблем экологической безопасности является проблема устойчивости экосистем.

Говорят, что **экосистема «устойчива»** или **«стабильна»**, если относительная численность представителей различных видов в течение достаточно длительного времени либо остается неизменной, либо регулярно возвращается к одному и тому же соотношению.

Совершенно очевидно, что устойчивость в этом смысле свойство относительное, динамичное, а не абсолютное. Ни одна экосистема не может сохранять устойчивость в течение бесконечно долгого времени, однако некоторые из них более стабильны, чем другие.

$$\text{Экологическая безопасность} = \frac{\text{Уровень экологического сознания (образования и бытовой культуры)}}{\text{Численность населения} \times \text{Уровень потребления}}$$

ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК

Лекция 1.

**Риск и устойчивое развитие
общества.**

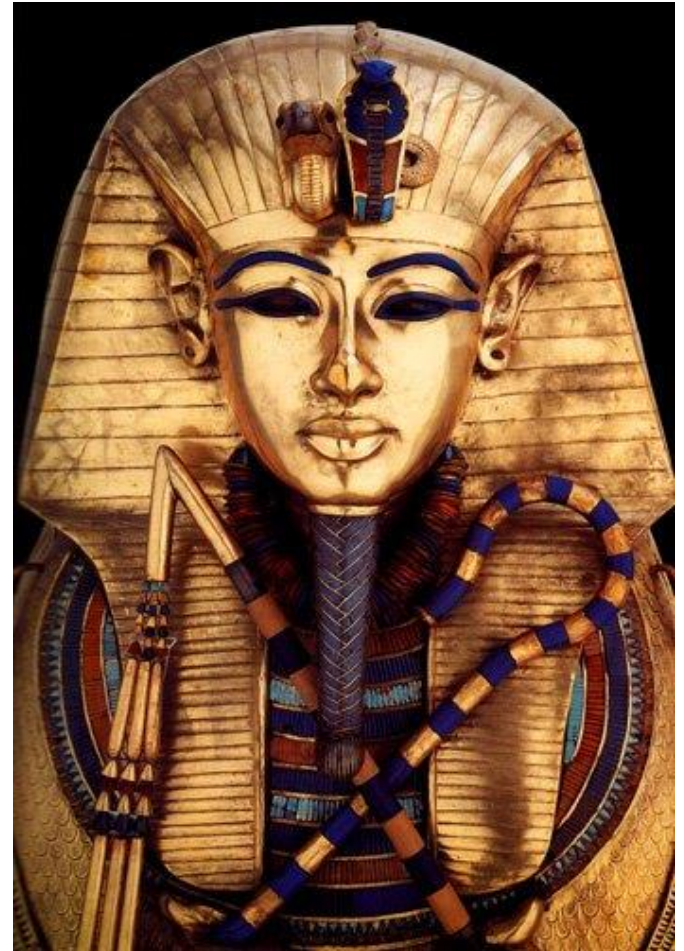
Понятие риска.

В результате активной хозяйственной деятельности происходит преобразование природных экосистем в **природно-техногенные** и собственно техногенные системы. Поэтому современное понятие среды обитания подразумевает сложную **природно-техническую систему**, которая существует благодаря человеку, поскольку он обеспечивает ее вещественные, энергетические и информационные потребности, поддерживает ее структурно функциональное единство.

В середине 1980-х годов появилась новая социологическая теория современного общества, автором которой является немецкий ученый Ульрих Бек. Согласно этой теории, в последней трети XX века человечество вступило в новую фазу своего развития, которую можно назвать обществом риска. Общество риска – это постиндустриальная формация, которая коренным образом отличается от индустриального общества. Главное отличие состоит в том, что если для индустриального общества характерно распределение благ, то для общества риска – распределение опасностей и обусловленных ими рисков.

**Риск экологический – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера
(Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ. в ред. от 31.12.2017– ст. 1)**

**5000 лет тому назад
одного из египетских
фараонов во время
прогулки укусила
пчела, что привело
не только к
мгновенному
покраснению кожи,
но и к удушью,
которое стало
причиной смерти
фараона.**



В 1980 г. в Аргентине от 7 до 10 тысяч младенцев подверглись действию дифенилртути, из-за того что это вещество использовалось в качестве фунгицида для пеленок.



Ртуть – сильный яд.

В 1980г. в Ираке 459 человек умерли и 6530 были госпитализированы после того, как они съели отравленную ртутью крупу.



Отравления людей может наступить от побочных продуктов технологического процесса

29 июня 1995 г. - на овощной базе в г. Волжском Волгоградской области при очистке ямы из-под квашеной капусты отравились выделившимся сероводородом и умерли 7 человек.

Работа полезна для здоровья, НО

Международная организация труда объединенных наций называет цифру два миллиона смертей в год во всем мире по причине несчастных случаев на работе (падения, удары, поражения электрическим током). Это 5000 смертей в день, или одна смерть каждые три минуты.



Ни-ф-фига себе,
а если бы я читать не умел?

Риск и проблема устойчивого развития.

Постановка проблемы устойчивого развития имеет историю, восходящую к Конференции ООН по окружающей среде (Стокгольм, 1972 г.) и документам Римского клуба, в частности к докладу «Пределы роста», подготовленному под руководством Д. Медоуза, когда была констатирована связь между проблемами окружающей среды и экономическим и социальным развитием.

Впервые определение устойчивого развития дано в докладе «Наше общее будущее», опубликованном Комиссией ООН по окружающей среде и развитию (иногда по имени ее председателя называемой комиссией Х. Брундтланд): «Человечество способно придать развитию устойчивый и долговременный характер, с тем чтобы оно отвечало потребностям ныне живущих людей, не лишая будущие поколения возможности удовлетворять свои потребности».

В 2002 г. на Всемирном саммите по устойчивому развитию (Йоханнесбург) были приняты «Политическая декларация» и «План действий», являющиеся основой для реализации принципов устойчивого развития. В последнем документе особо отмечено, что «существенно важное значение для достижения устойчивого развития и обеспечения того, чтобы устойчивое развитие отвечало интересам всех, имеют мир, безопасность, стабильность и уважение прав человека и основных свобод, включая право на развитие, а также уважение культурного разнообразия».

Применительно к анализу уровня безопасности разработано несколько концепций безопасности, опирающихся на следующие принципы (или их сочетания):

- принцип безусловного приоритета безопасности и сохранения здоровья над любыми другими элементами условий и качества жизни членов общества;
- принцип приемлемых опасности и риска, в соответствии с которым устанавливаются нижний (допустимый) и верхний (желаемый) уровни безопасности и в этом интервале — **приемлемый уровень безопасности и риска с учетом социально-экономических факторов**;
- принцип минимальной опасности, в соответствии с которым уровень риска устанавливается настолько низким, насколько это реально достижимо;
- принцип последовательного приближения к абсолютной безопасности.

В соответствии с Российским законодательством анализ экологической безопасности необходимо строить на основе концепции приемлемого риска.

Математическое определение риска.

Для оценки степени опасности важны не только частота (или вероятность) ее появления, но и тяжесть последствий для индивидуума, общества или окружающей среды. Чтобы сделать эту оценку количественной вводят понятие риска R , определяемого как произведение вероятности P неблагоприятного события (аварии, катастрофы и т.д.) и ожидаемого ущерба U в результате этого события:

**Риск – количественная
мера опасности с учетом ее
последствий (ущерба).**

$$**R = P \cdot Q**$$

R – риск;

P – вероятность опасности;

Q – ущерб.

Математическое определение риска

Задача. Оценить степень опасности явления.

Частота (вероятность) появления явления.

Тяжесть последствий для индивидуума, обществу, ОС.

Введено понятие риска:

$$R = P \times Y \quad (1), \quad R = \sum P_i \times Y_i \quad (2)$$

1. **P – вероятность неблагоприятного события, Y – ожидаемый ущерб в результате этого события.**
2. **Если имеет место несколько (i) неблагоприятных событий.**

В виде интеграла по всем последствиям отказа:

$$R = \int C(Y) \times P(Y) dY$$

где C(Y) – весовая функция (экспертная оценка) – последствия различной природы к единой (стоимостной) оценке ущерба.

Фактически риск - математическое ожидание ущерба, рассматривается в виде случайной величины (Y_i - возможное значение, P_i – соответствующая вероятность)

ТЕХНОГЕННЫЕ СИСТЕМЫ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РИСК

Лекция 2.

Классификация рисков

Общая классификация рисков.

- ***природные риски*** - риски, связанные с проявлением стихийных сил природы: землетрясениями, наводнениями, подтоплениями, бурями и т.п.;
- ***техногенные риски*** — риски, связанные с опасностями, исходящими от технических объектов;
- ***экологические риски*** — риски, связанные с загрязнением окружающей среды;
- ***коммерческие риски*** - риски, связанные с опасностью потерь в результате финансово-хозяйственной деятельности.

С точки зрения применения понятия риска при его анализе и управлении техногенной безопасностью важными категориями являются:

- **индивидуальный риск** — риск, которому подвергается индивидuum в результате воздействия исследуемых факторов опасности;
- **потенциальный территориальный риск** — пространственное распределение частоты реализации негативного воздействия определенного уровня;
- **социальный риск** — зависимость частоты событий, в которых пострадало на том или ином уровне число людей больше определенного, от этого определенного числа людей;
- **коллективный риск** - ожидаемое число смертельно травмированных в результате возможных аварий за определенный период времени;
- **приемлемый риск** – уровень риска, с которым общество в целом готово мириться ради получения определенных благ или выгод в результате своей деятельности.

Индивидуальный и коллективный риски.

Одной из наиболее часто употребляемых характеристик опасности является *индивидуальный риск* — вероятность (или частота) поражения отдельного индивидуума в результате воздействия исследуемых факторов опасности при реализации неблагоприятного случайного события.

В общем случае индивидуальный риск на рассматриваемой территории от некоторой опасности или угрозы характеризуется вероятностью смерти произвольного лица из населения за интервал времени, равный 1 году. Риск определяется статистическим либо вероятностным (с помощью математических моделей) методом. Так, если имеется достаточная статистика, то точечная статистическая оценка индивидуального риска (1/год) может быть получена по формуле

$$RI=n/N,$$

где n — число смертей в год по рассматриваемой причине;

N - численность населения на рассматриваемой территории в оцениваемом году.

Этот вид риска рассматривается в качестве первичного и основного понятия, во-первых, в связи с приоритетом человеческой жизни как высшей ценности и, во-вторых, в связи с тем, что именно индивидуальный риск может быть оценен по большим выборкам с достаточной степенью достоверности, что позволяет определять другие важные категории риска (например, потенциальный территориальный) при анализе техногенных опасностей и осуществлять установление приемлемого и неприемлемого уровней риска.

Обычно индивидуальный риск измеряется вероятностью гибели в исчислении на одного человека в год. В случае, если оценивается риск для какой-либо группы людей определенной профессии или специального рода деятельности, связанных с повышенной опасностью, целесообразно их риск относить к одному часу работы или одному технологическому циклу.

Аналогично могут быть определены индивидуальные риски увечий, заболеваний, потери трудоспособности и т.п. Если говорится, что индивидуальный риск для пассажиров гражданской авиации составляет 10^{-4} 1/год, то в статистическом плане это означает, что следует ожидать один смертельный исход в результате несчастного случая, связанного с отказом на самолете, на 10 тыс. пассажиров в год.

АВИАКАТАСТРОФЫ САМОЛЕТОВ ВМЕСТИМОСТЬЮ 13 И БОЛЕЕ ПАССАЖИРОВ В 2012 ГОДУ



Крупнейшие авиакатастрофы в мире

Год	Место	Самолет	Национальная принадлежность лайнера	Обстоятельства	Число жертв
1974	Париж	DC-10	Турция	Открытие двери грузового отсека	346
1977	Канары	Боинг	Нидерланды, США	Неправильно принятая команда диспетчера	578
1979	Антарктида	DC-10	Новая Зеландия	Столкновение с землей	257
1985	Япония	Боинг	Япония	Некачественный ремонт самолета	520
1985	Ньюфаундленд	DC-8	Канада	Потеря скорости на взлете	250
1985	Атлантика	Боинг	Индия	Терракт	329
1994	Япония	A300	Китай	-	264
1996	Индия	Ил-76, Боинг	Казахстан, Саудовская Аравия	Столкновение в воздухе	349
2003	Иран	Ил-76	Иран	Столкновение с землей в условиях плохой видимости	275

По данным rg.ru

Транспортные аварии и катастрофы являются причиной наибольшего числа потерь населения в мирное время. По данным ООН они уносят в год более 200 тыс. жизней.



Индивидуальный риск при техногенных опасностях в основном определяется **потенциальным территориальным риском** и вероятностью нахождения человека в районе возможного действия опасных факторов. При этом индивидуальный риск во многом определяется квалификацией и обученностью индивидуума действиям в опасной ситуации, его защищенностью. При анализе техногенного риска обычно не проводится расчет индивидуального риска для каждого человека, а оценивается индивидуальный риск для групп людей, находящихся в течение более или менее одинакового времени в опасных зонах и использующих одинаковые средства защиты. Обычно речь идет об индивидуальном риске для работающих и для населения окружающих районов или для более узких групп, например для рабочих различных специальностей.

В большинстве промышленно развитых стран статистические данные об индивидуальном фатальном риске систематически собираются и публикуются в печати. На рисунке (**следующий слайд**) показаны оцененные по статистическим данным промышленно развитых стран (США, Канада, Великобритания, Норвегия) ориентировочные значения индивидуального риска, разбитого на три категории: общегражданский риск (риск, которому подвергается каждый житель страны независимо от профессии и образа жизни), профессиональный риск (риск, связанный с выбором профессии) и риск — «плата за удовольствие и комфорт». Можно заметить, что главенство в первой категории принадлежит несчастным случаям в быту (если исключить болезни), во второй - работе на морских платформах при разработке месторождений континентального шельфа, в третьей - занятию альпинизмом.

Категории индивидуального риска и его ориентировочные значения (1/год)

Категория		Вид	Величина
Обще- гражданский риск		Болезни (20-44 лет)	10^{-3}
		Несчастный случай в быту	5×10^{-4}
		Автомобильный	5×10^{-5}
		Молнии	8×10^{-7}
Добровольно принимаемый риск	Профес- сиональный	Морские платформы	7×10^{-3}
		Торговый флот	5×10^{-3}
		Авиация (летный персонал)	1×10^{-3}
		Подземная угледобыча	1×10^{-4}
		Строительство	7×10^{-3}
	Плата за удовольствия	Альпинизм	2×10^{-3}
		Курение	3×10^{-4}
		Вождение автомобиля	9×10^{-5}
		Купание в водоемах	5×10^{-6}

- Анализ показывает, что для территории РФ уровень риска (смерть от неестественных причин) близок к 10^{-3} , что на 3-5 порядков выше установленного на Западе нормативного уровня. Однозначно, что ориентироваться на фоновый уровень не следует. Характерно, что в ряде регионов этот уровень еще выше. В то же время, верхняя граница фонового уровня гибели населения в следствии техногенных ЧС составляет от $2,0 \cdot 10^{-5}$ (1989 г.) до $5,0 \cdot 10^{-6}$ (1990 г.).
- Из этих данных следует, что риск гибели населения, превышающий $5 \cdot 10^{-5}$, должен рассматриваться, как неприемлемый. Для территории России фоновый уровень риска близок к значению $5,0 \cdot 10^{-6}$.
- Уровень приемлемого индивидуального риска нормативно или законодательно закреплён лишь в некоторых странах (например, в Голландии – 10^{-6} чел/год), в России согласно некоторым нормативным документам от 10^{-4} до 10^{-6} чел/год.

Количественный интегральной мерой опасности является коллективный риск (Potential Loss of Life), определяющий масштаб ожидаемых последствий для людей от потенциальных аварий. Фактически коллективный риск определяет ожидаемое количество смертельно травмированных в результате аварий на рассматриваемой территории за определенный период времени.

Как индивидуальный, так и коллективный риски могут быть переведены в сферу экономических и финансовых категорий, если установить стоимость человеческой жизни и использовать математическое определение риска. Такой подход широко обсуждается, вызывая возражения определенного круга лиц, которые считают человеческую жизнь бесценной и все финансовые сделки на этой почве недопустимыми. Однако, на практике неизбежно возникает необходимость денежной оценки человеческой жизни именно с целью обеспечения безопасности людей. В большинстве промышленно развитых стран этот вопрос решается путем страхования индивидуальных рисков, в том числе фатальных.

Потенциальный территориальный и социальный риски.

Комплексной мерой риска, характеризующей опасный объект (территорию), является *потенциальный территориальный риск* — пространственное распределение вероятности (или частоты) реализации негативного воздействия определенного уровня.

Потенциальный территориальный риск, в соответствии с названием, представляет собой потенциал максимально возможного риска для конкретных объектов воздействия, находящихся в данной точке пространства. Данная мера риска не зависит от факта нахождения объекта воздействия (например, человека) в данном месте пространства. Предполагается, что вероятность нахождения объекта воздействия равна 1. Потенциальный риск не зависит от того, находится ли опасный объект в многолюдном или пустынном месте, и может меняться в широком интервале. На практике важно знать распределение потенциального риска для отдельных источников опасности и для отдельных сценариев аварий. При этом часто полагают вероятность инициирующего события также равной 1, т.е. $P(A)_i = 1$. Таким образом, потенциальный территориальный риск принимает характер территориального условного индивидуального риска и равен вероятности (или частоте) негативного исхода в результате реализации механизма воздействия в точке с координатами рассматриваемой территории

Социальный риск характеризует масштаб возможных аварий и определяется функцией, у которой есть установившееся название — $F-N$ -кривая. В зависимости от задач анализа под N можно понимать общее число пострадавших, число смертельно травмированных или другой показатель тяжести последствий. Знание распределения потенциального риска и распределения населения в исследуемом районе позволяет получить количественную оценку социального риска для населения. Для этого нужно определить число пораженных при каждом сценарии от каждого источника опасности, затем определить зависимость частоты событий (F), в которых пострадало на том или ином уровне число людей больше определенного (N), от этого определенного числа людей.

Лекция 3.

Структура техногенного риска.

Проблемы техногенной безопасности.

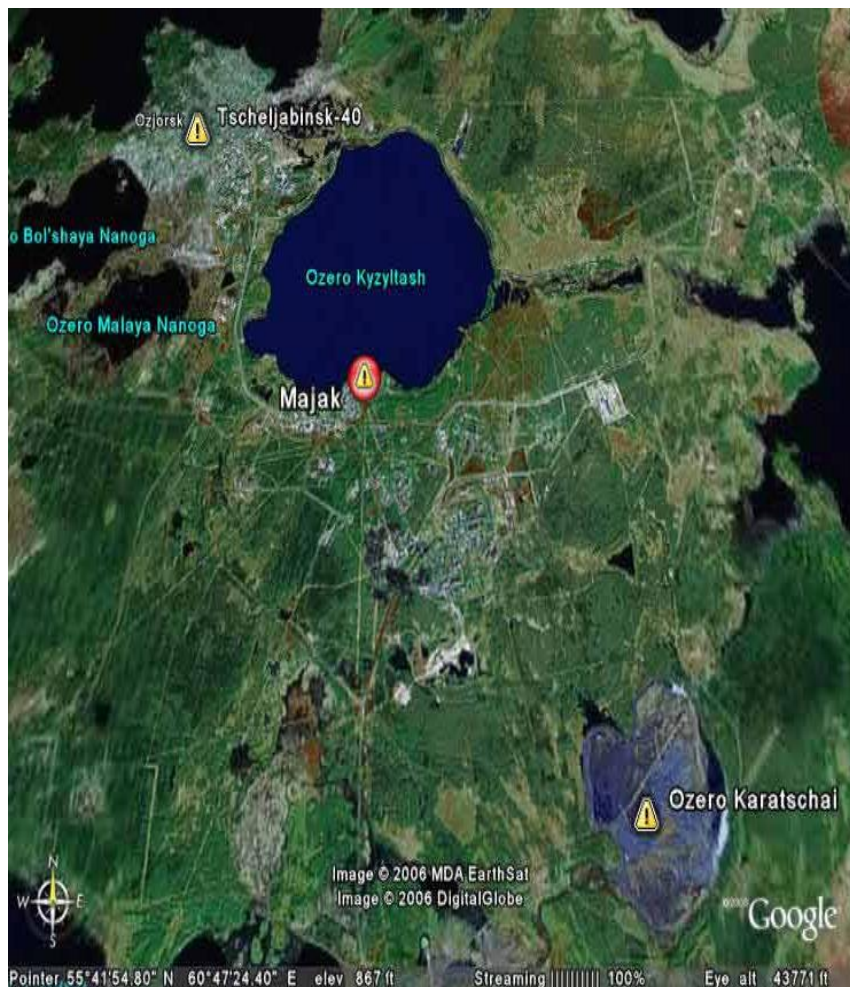
Развитие техногенной сферы на планете привело к двум диаметрально противоположным последствиям:

- с одной стороны, достигнуты выдающиеся результаты в электронной, атомной, космической, авиационной, энергетической и химической отраслях промышленности, а также в биологии, генной инженерии, предоставившие человечеству возможность продвинуться на принципиально новые уровни во всех сферах жизни и деятельности;
- с другой стороны, появились не виданные ранее потенциальные и реальные опасности и угрозы человеку, созданным им объектам, среде обитания не только в военное, но и в мирное время.

Эти угрозы были осознаны в последние десятилетия в связи с крупнейшими техногенными катастрофами на объектах различного назначения:



- ядерными (б. СССР - Чернобыль, материальный ущерб около 400 млрд. долл.; США - Тримайл Айленд, материальный ущерб около 100 млрд. долл.; и др.);
- химическими (Индия, Италия и др.);
- космическими и авиационными (США - «Челленджер», «Колумбия»; Россия — аварии на подводных лодках; и др.);
- на трубопроводных и транспортных системах и т.д.



1957 г. - взрыв емкостей с ядерными отходами, приведший к сильному радиоактивному заражению большой территории и к эвакуации населения (Касли, Челябинская обл., СССР).



Взрыв ёмкости с ядерными отходами на комбинате Маяк



В начале 1976 г. у берегов Бретани потерпел крушение супертанкер «Олимпик брейвери» водоизмещением 275 тыс. т – собственность компании, основанной греческим магнатом Онассисом. Из пробоин в открытое море ежедневно выливалось до 5 т мазута. Чудовищное мазутное месиво затопило берега некогда живописного французского острова Уэссан. Правительство было вынуждено привлечь военно-морские силы и саперные подразделения для очистки побережья острова.



*3 июня 1979г. - авария на
нефтяной платформе
"Иксток-1" на юге
Мексиканского залива,
произошёл выброс в море
600 тыс. тонн нефти.
Мексиканский залив в
течение нескольких лет
был зоной экологического
бедствия.*

*3 декабря 1984г. - на заводе
пестицидов в Бхопале
(Индия) произошла
утечка
метилизоцианата.*

*Катастрофа, по
официальным данным,
унесла жизни 3,5 тысячи
человек, однако
правозащитники
оценивают общее
количество жертв в 25
тысяч человек. Тысячи
людей стали инвалидами.*



Только в России насчитывается около 100 тыс. опасных производств и объектов. Из них около 2300 ядерных и 3000 химических обладают повышенной опасностью. При этом в ядерном комплексе сосредоточено около 10^{13} , а в химическом комплексе — около 10^{12} смертельных токсодоз.

Количество потенциально опасных объектов по регионам России

Регион	Радиационно опасные объекты	Химически опасные объекты	Взрывопожаро- опасные объекты
Северо-Западный	13	150	2350
Центральный	35	800	990
Северо-Кавказский	6	700	1400
Приволжский	11	500	500
Уральский	19	350	800
Западно-Сибирский	4	284	400
Восточно-Сибирский	5	100	186
Забайкальский	9	76	200
Дальневосточный	7	320	270
Россия	115	3480	7096

Анализ статистики аварий и катастроф в России, выполненный службами государственного надзора, показывает, что число смертельных случаев ежегодно увеличивается на 10-25%, а в некоторых отраслях (например, на авиационном транспорте) — на 50%. Так, поданным Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС) РФ, ежегодно происходит около 1000-1500 аварий и катастроф (за исключением аварий на автомобильном транспорте и производственного травматизма), в которых погибают или получают увечья десятки тысяч человек. Материальный ущерб вследствие аварий и катастроф постоянно растет.

Классификация и номенклатура потенциально опасных объектов и технологий

Группа 1. Радиационно опасные объекты и сложные технические системы (СТС), на которых при авариях могут произойти массовые заражения людей, животных, растений, а также радиационное загрязнение обширных территорий.

2. Аварии на радиационно опасных объектах.

радиационно опасный объект

На котором



хранят



разрабатывают



используют



радиационные вещества

при аварии на котором или при разрушении которого может произойти облучение
понижающим излучением или радиоактивное загрязнение людей,

сельскохозяйственных животных и
растений,

а также окружающей природной
среды.





28 марта 1979г. - самая тяжёлая авария на территории США на реакторе "Тримайл-Айленд" в Мидлтауне (шт. Пенсильвания, США).



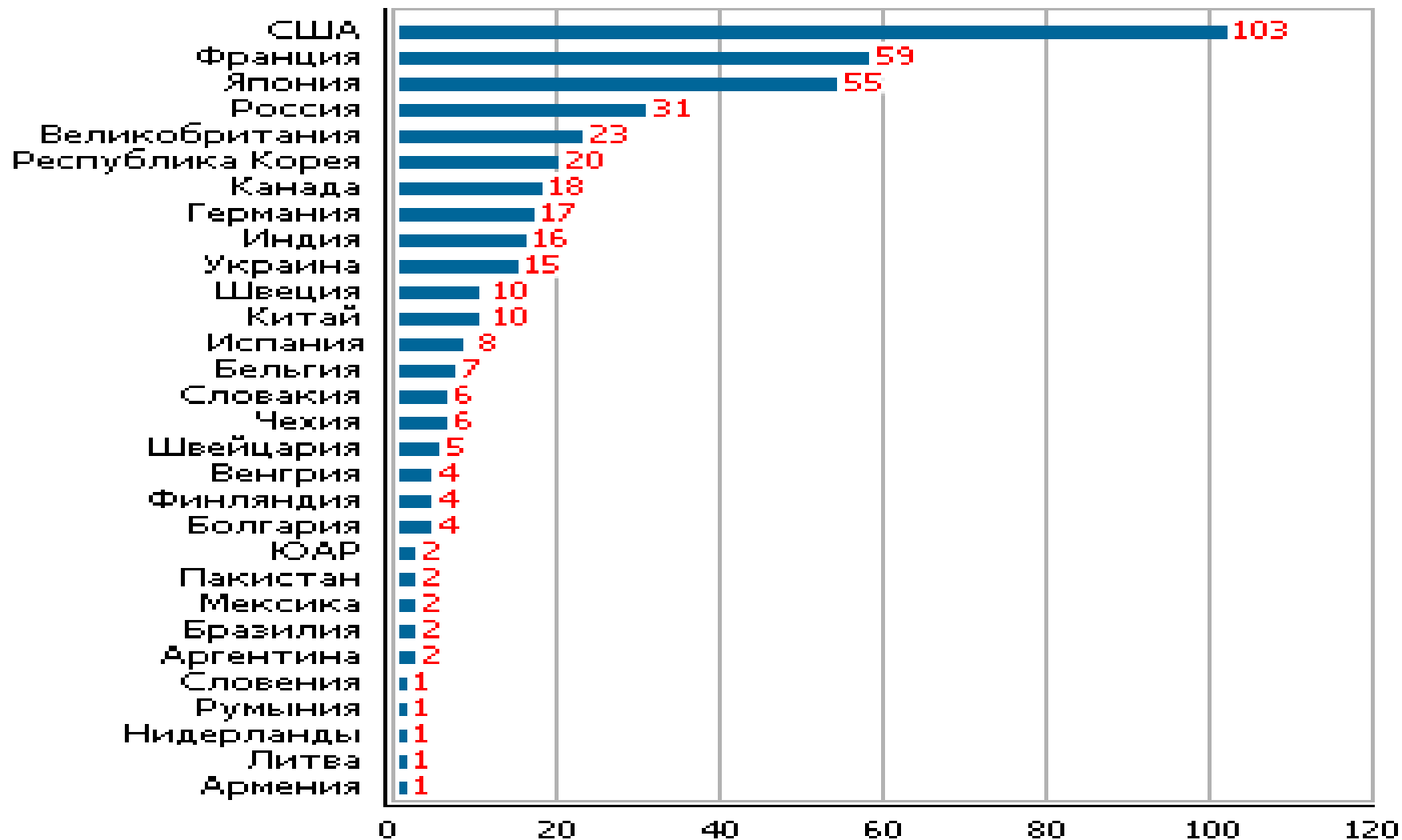
26 апреля 1986 г. - произошла самая страшная в истории человечества авария на Чернобыльской АЭС (Украина, СССР). В результате взрыва четвертого реактора в атмосферу было выброшено несколько миллионов кубических метров радиоактивных газов, что во много раз превысило выброс от ядерных взрывов над Хиросимой и Нагасаки. Ветры разнесли радиоактивные вещества по всей Европе. Из зоны радиусом 30 км от взорвавшегося реактора была проведена полная эвакуация жителей. Проживание в ней запрещено. Пройдут многие годы, прежде чем будет познан и осмыслен весь ужас чернобыльской катастрофы, ее страшные последствия для человечества.

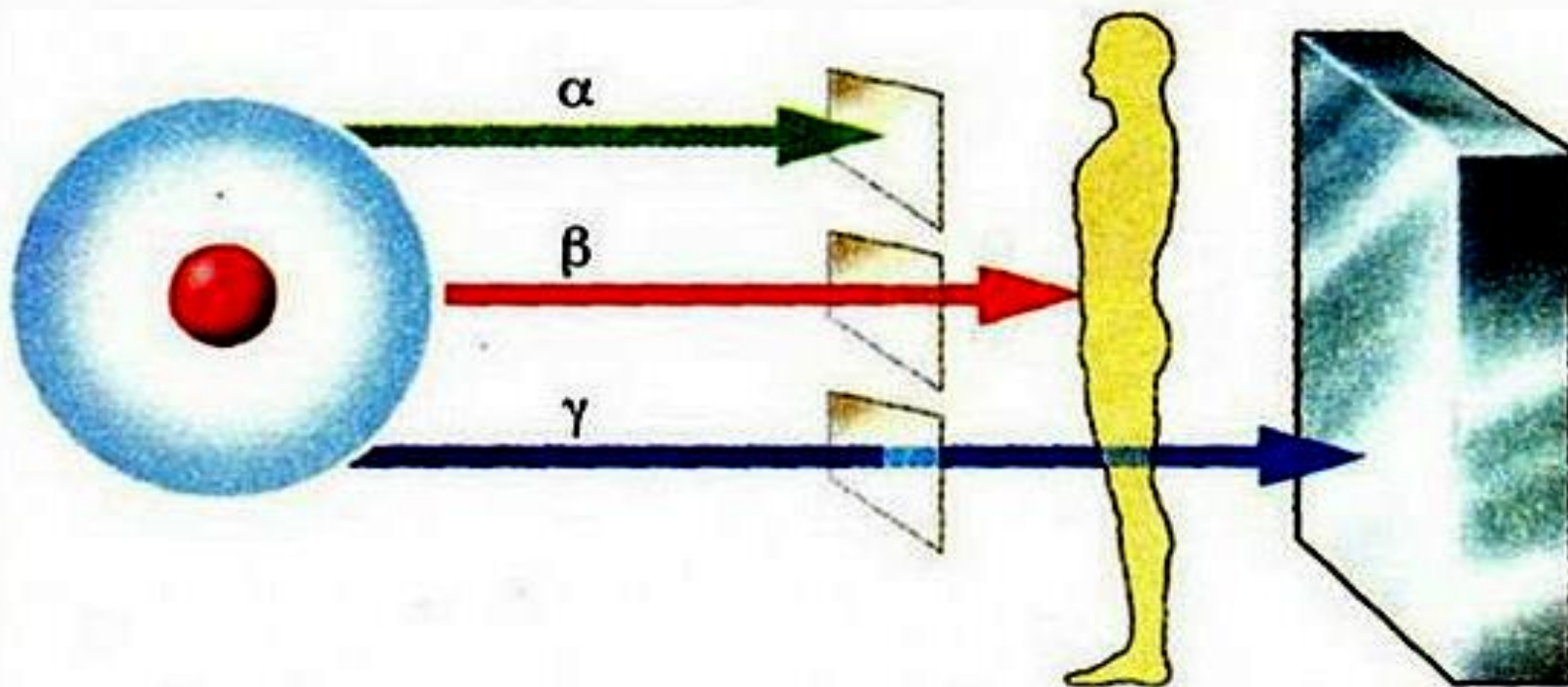
Радиационно-опасные объекты

Ленинградской области и Санкт –Петербурга

1. ЛАЭС (г. Сосновый Бор)
2. Ленспецкомбинат «Родон» (г. Сосновый Бор)
3. НИТИ им. Александрова (г. Сосновый Бор)
4. ПИЯФ им. Константинова (г. Гатчина)
5. Могильник радиоактивных отходов (г. Кузьмолово)
6. Институт Иоффе (СПб)
7. Радиевый институт им. Хлопина (СПб)
8. ЦНИИ им. Крылова (СПб)
9. Балтийский завод (СПб)

Распределения АЭС по странам мира





РАЗЛИЧНЫЕ ВИДЫ ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Альфа-излучение поглощается (задерживается) даже листом бумаги.

Бета-излучение на 50% задерживается одеждой.

Гамма-излучение наиболее опасно, защитит от него может только толстый слой металла или бетона.

Группа 2. Химически опасные объекты и СТС, на которых при авариях могут произойти массовые поражения людей, животных, растений, а также загрязнение обширных территорий сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ). К химически опасным объектам относятся предприятия по производству, переработке, хранению и утилизации СДЯВ.



*1953 -1960 гг. - завод
пластмасс,
расположенный в районе
залива Минамата, о.
Кюсю, Япония, сбрасывал
в море содержащие
ртуть отходы
производства. Из-за
отравления ртутью 43
человека умерли.*



Болезнь Минамата



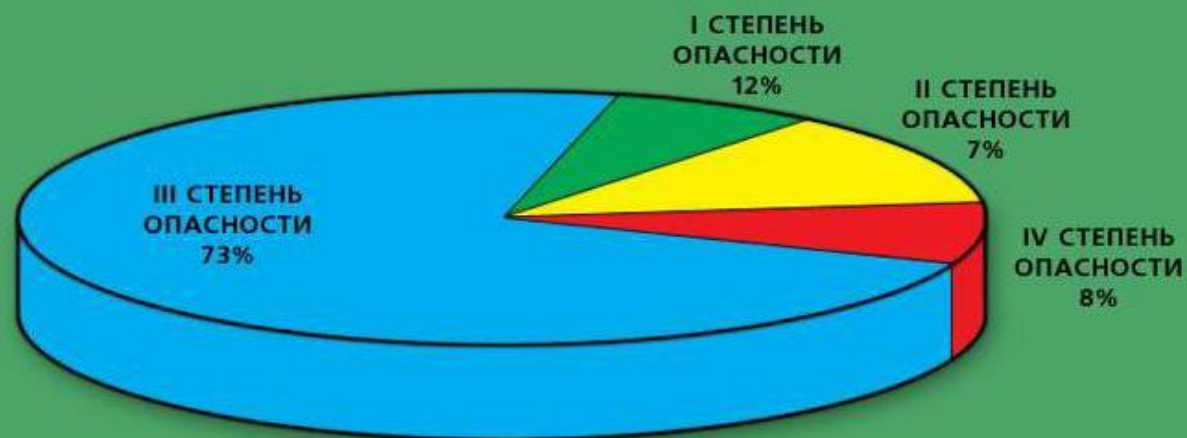
Мемориал в музее болезни Минамата



*2 июня 1969 г. - в Рейне
начала гибнуть рыба. За
два года до этого в реку
попали две 25-
килограммовые канистры
с инсектицидом
«Тиодан». Катастрофа
вызвала мор нескольких
миллионов рыб.*



КЛАССИФИКАЦИЯ ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ ПО СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ



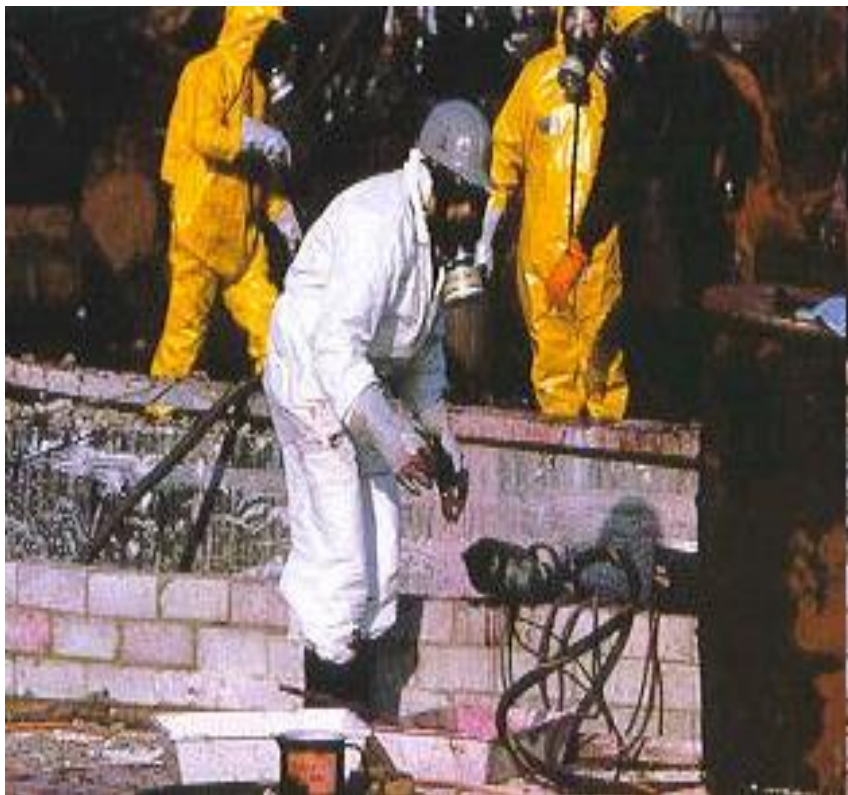
Степень химической опасности	Численность населения, проживающего в зоне возможного заражения
I	Более 70 тысяч человек
II	От 40 до 74 тысяч человек
III	До 40 тысяч человек
IV	Зона заражения не выходит за пределы территории объекта или его санитарно-защитной зоны

Причины аварий на химически опасных объектах



- Износ оборудования;
- Несовершенство технологий производства;
- Халатность персонала;
- Отсутствие систем противоаварийной защиты;
- Стихийное бедствие.

Группа 3. Пожароопасные объекты и СТС, на которых производятся, хранятся, транспортируются взрывоопасные продукты или вещества, приобретающие при определенных условиях способность к возгоранию или взрыву.



*1 ноября 1986г. - в
результате пожара на
складе
фармацевтической
компании "Сандоз"
(Базель, Швейцария),
произошёл выброс 1
тыс. тонн химических
веществ в Рейн.
Погибли миллионы
рыб, была заражена
питьевая вода.*



**Пожар в 28-этажном здании: погибли 58 человек,
госпитализированы более 90 человек
(Шанхай, 15 ноября 2010г.)**

Группа 4. Биологически опасные объекты и СТС, на которых при авариях возможны массовые поражения флоры, а также загрязнение обширных территорий биологически опасными веществами. К ним относятся предприятия по изготовлению, хранению и утилизации биологически опасных веществ, а также научно-исследовательские организации этого профиля.



*Апрель 1979г. - в
Институте
микробиологии и
вирусологии в Свердловске
произошёл выброс спор
сибирской язвы.
Советское
правительство отрицало
факт катастрофы.
Согласно независимым
источникам, был
заражён регион в радиусе
3 км, и погибло несколько
сот человек.*

Группа 5. Гидродинамические опасные объекты и СТС, при разрушении которых возможно образование волны прорыва и затопление обширных территорий. К ним относятся гидротехнические сооружения: плотины, дамбы, подпорные стенки, напорные бассейны и уравнивательные резервуары, гидроаккумулирующие электростанции и др.

Авария на Саяно-Шушенской ГЭС



Группа 6. Объекты жизнеобеспечения крупных народнохозяйственных предприятий и населенных пунктов, аварии на которых могут привести к катастрофическим последствиям для предприятий и населения, а также вызвать экологическое загрязнение регионов. К рассматриваемым объектам жизнеобеспечения относятся объекты энергетических систем, коммунального хозяйства (канализация, водоснабжение, газоснабжение, очистные сооружения и др.), транспортные коммуникации.

КЛАССИФИКАЦИЯ АВАРИЙ НА КОММУНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ

Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения

на коммунальных системах с массовым выбросом
загрязняющих веществ

на тепловых сетях в холодное время года

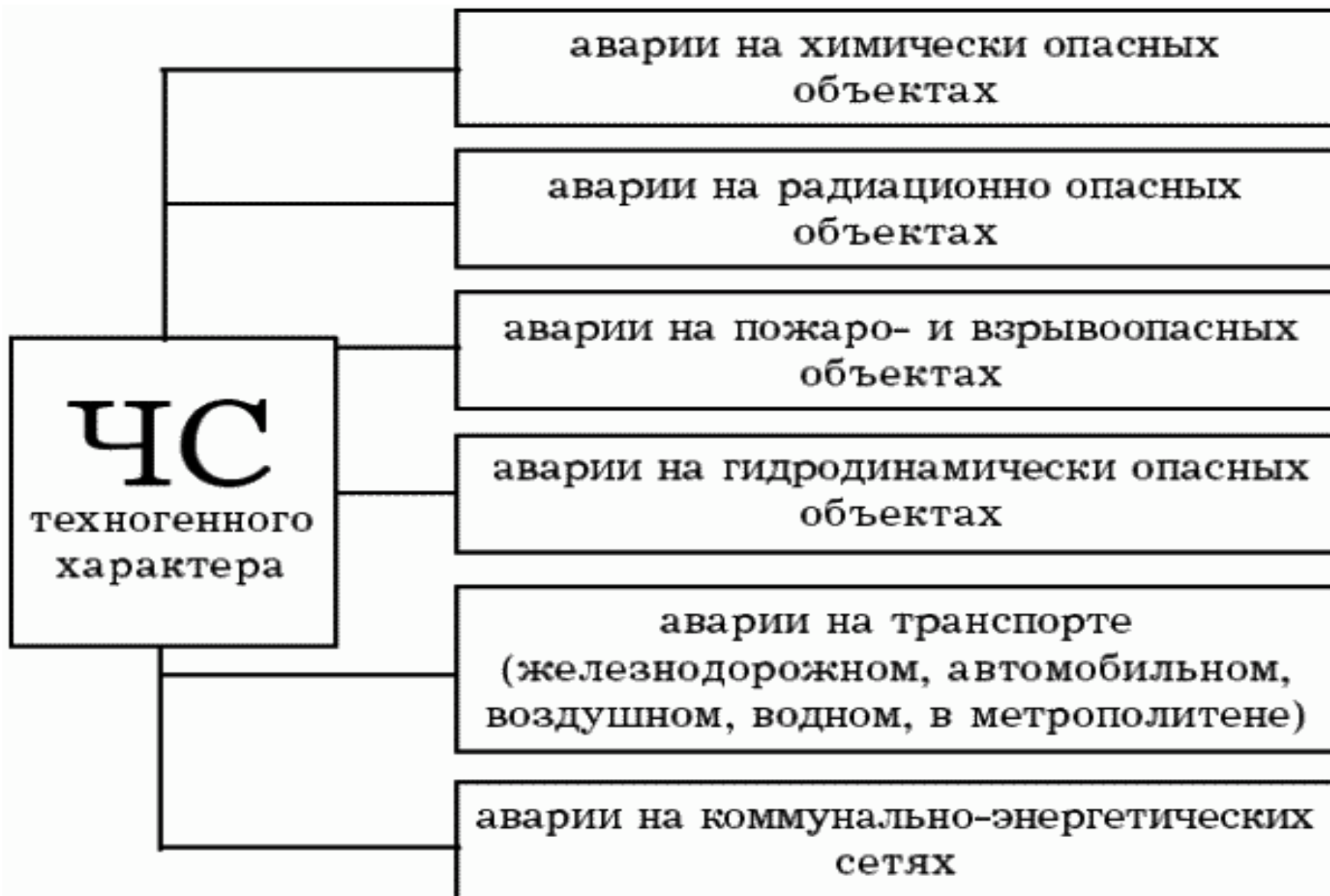
в системах снабжения населения питьевой водой

на коммунальных газопроводах



*С февраля по октябрь 1994г.
вследствие разрыва
трубопровода тысячи тонн
сырой нефти вылились на
нетронутые пространства
арктической тундры в
Республике Коми (Россия). По
оценкам, количество
вылившейся нефти колеблется
между 60 000 и 280 000 т. В
результате катастрофы
нефтяная пленка покрыла
участок длиной 18 км.*





Классификация техногенных ЧС.

ЧС техногенного происхождения

аварии на химически опасных объектах

аварии на гидротехнических сооружениях

аварии на радиационно-опасных объектах

аварии на объектах коммунального хозяйства

аварии на транспорте

аварии на пожаро- и взрывоопасных объектах



На территории России насчитывается более 3 тыс. объектов, которые при авариях и катастрофах могут привести к массовым поражениям людей. Из них более 2 тыс. объектов относятся к химически опасным, с общим запасом СДЯВ свыше 1 млн.т.

Суммарная площадь территории России, на которой может возникнуть очаг химического заражения, составляет около 300 тыс км² и на ней проживает около 54 млн человек.

Авария в условиях современной техносферы по своим масштабам и тяжести последствий стала сравнима с природными катастрофами и разрушительными последствиями военных действий с применением ядерного оружия. Последние 20 лет 20-го века принесли 56% от наиболее крупных происшествий в промышленности и на транспорте. Ущерб от аварийности и травматизма достигает 10-15% от валового национального продукта промышленно развитых государств.

Природно-техногенные риски.

Хозяйственная деятельность человека активизирует развитие природных процессов и вызывает новые, ранее несвойственные территории процессы. Это может привести к возникновению природно-техногенной опасности, т.е. к ситуации, когда относительно слабое природное воздействие вызывает серьезную технологическую аварию (скажем, деформация грунта нефтепровода). Наиболее опасные природно-техногенные процессы – наведенная сейсмичность, опускание территорий, подтопление, наводнения вызванные нарушением целостности гидротехнических сооружений, обрушение земной поверхности над старыми горными выработками, в том числе в результате подтопления территории после ликвидации горных производств и остановки водоотлива, подтапливание территории.

- **Известны техногенные землетрясения, вызванные нагнетанием жидкости под напором в глубокие скважины. Например, в районе Денвера (США) в трещинные докембрийские породы с 1962 по 1966 гг. производилась закачка жидкости в поглощающую скважину. При этом учеными была установлена прямая зависимость между периодами закачки и количеством сопровождающих их землетрясений.**
- **Примером техногенных землетрясений многие ученые считают разрушительные Газлийские землетрясения в Узбекистане в 1976 г. и 1984 г. в слабосейсмичном районе, который характеризовался традиционным сейсморайонированием как 5-балльная зона. Землетрясения произошли через 15 лет после начала добычи и последовательно оконтуривают нефтегазоносную залежь. В процессе эксплуатации в соответствии с технологией добычи было закачано огромное количество воды. После этого и последовали землетрясения.**

- **Отмечается и влияние на сейсмичность подземных ядерных взрывов. Обычно, оно проявляется лишь в первые 10 дней после взрыва в радиусе до 1500 км. В США (Невада) отмечалось несколько случаев явного следования землетрясений за ядерными испытаниями. Например, подземный ядерный взрыв 19 декабря 1968 г. нарушил естественное тектоническое напряжение в этом регионе и послужил причиной землетрясения, произошедшего в 13 км от места взрыва.**
- **Из всего имеющегося мирового опыта можно заключить, что высокая чувствительность участков земной коры, находящихся в неустойчивом состоянии, проявляется в виде сейсмического отклика на воздействие, вызвавшее изменение напряженного состояния.**

Объекты современной и перспективной ракетно-космической техники (РКТ), являются основными и потенциально опасными, представляющими серьезную экологическую опасность вследствие значительных запасов высокоэнергетического химического топлива. РКТ оказывают негативное воздействие на приземную атмосферу как при эксплуатации, так и при ликвидации и утилизации. Наличие на борту космических аппаратов ядерных источников энергии, ядерного топлива и радиоактивных материалов создает угрозу загрязнения приземной атмосферы, а также поверхности Земли при аварийных ситуациях. РКТ не является оптимальной и экологически чистой, так как создается путем сложного компромисса в непростых и часто противоречивых условиях - технических, технологических и экономических. Достаточно сказать, что любая ракетно-космическая система имеет «массовую» эффективность (отношение полезного груза к общей стартовой массе – КПД) не более 3–5%, а обычно – 1–3%. Остальные 97-99% массы – топливо, остатки конструкций, и все это одноразовое – сгорает и падает, превращаясь в отходы. А поскольку ракеты многоступенчатые, то, отделяясь последовательно, ступени падают во многих местах.

На территории России наблюдается более 30 видов опасных природных явлений. Наиболее тяжелые последствия несут землетрясения, наводнения, засухи, лесные пожары и сильные морозы. На территории России сейсмический пояс проходит практически по всему югу от Кавказа до Камчатки. Около 40 процентов территории страны, где живет более 20 миллионов человек, является сейсмически опасной, здесь высока вероятность землетрясений с интенсивностью более 6 баллов. Ситуация усугубляется тем, что более 20 процентов территории Российской Федерации, где эксплуатируются атомные, гидро- и тепловые электростанции и другие объекты повышенной экологической опасности, находится в зонах высокой сейсмической опасности. В десятибалльной зоне находятся Чиркейская, Миатлинская, Чирютская гидроэлектростанции, в девятибалльной зоне - Билибинская АЭС, Саяно-Шушинская, Белореченская, Иркутская, Колымская и Усть-Среднеканская ГЭС, в восьмибалльной - Зейская ГЭС. Десятки гидро- и тепловых электростанций расположены в семибалльной зоне, в том числе высокогорная Красноярская ГЭС, Нововоронежская и Кольская АЭС.

Опасности аварий и их последствия.



Возможные последствия аварий на взрыво- и пожароопасных объектах:

1. Поражение людей
2. Полное или частичное разрушение жилых или промышленных зданий.
3. Пожары
4. Концентрация химически опасных веществ
5. Тяжелые социальные и экономические последствия.

Основные опасные последствия при авариях на ХОО

Аварии
на ХОО

Человеческие жертвы

Заражение территории,
людей, животных, с\х
растений

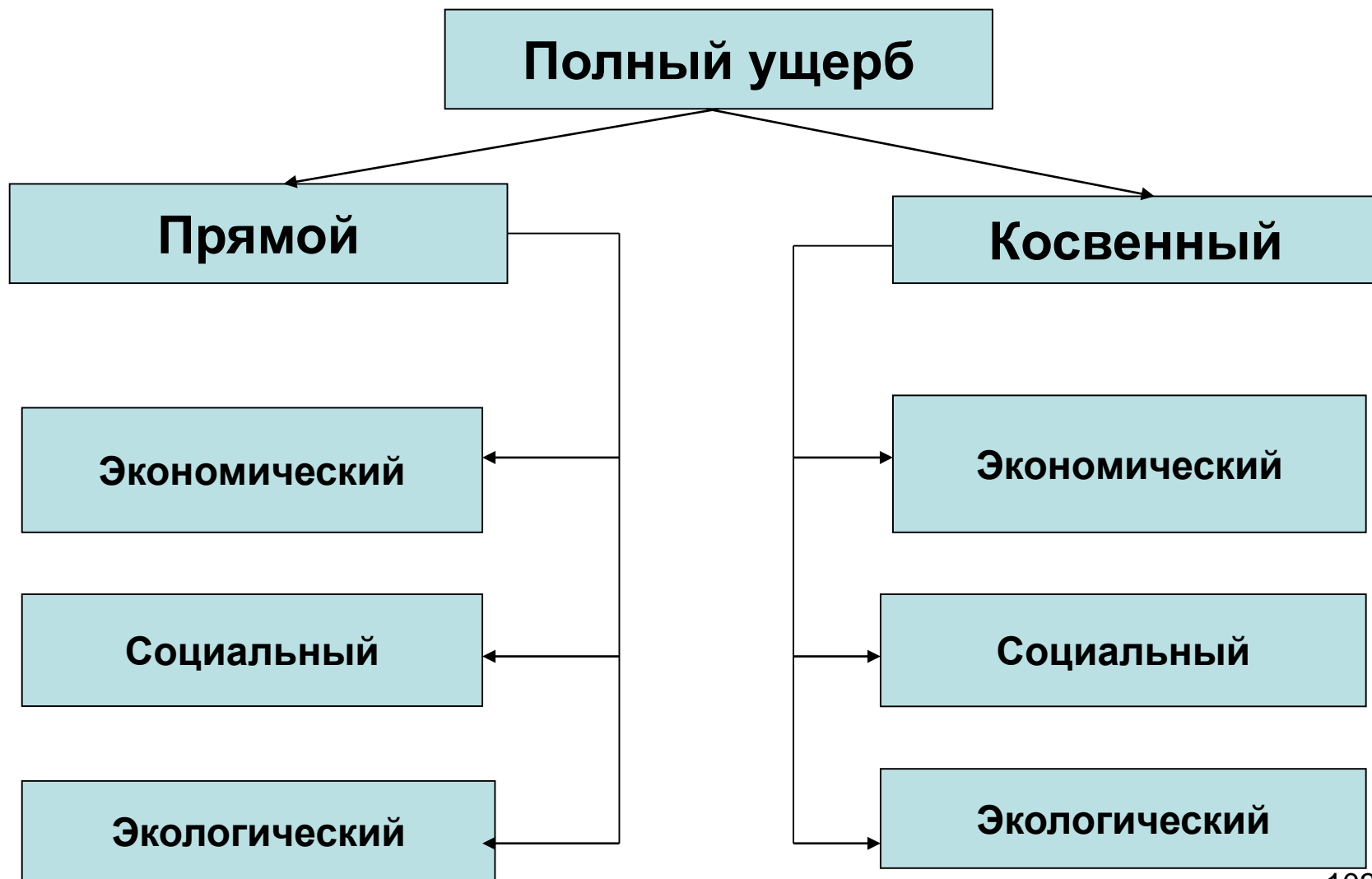
Материальный ущерб

Загрязнение окружающей
среды

Поражающие факторы и их основные параметры.

Виды ЧС	Поражающие факторы	Параметры
Землетрясение	Обломки зданий, сооружений	Интенсивность землетрясения
Взрывы	Воздушная ударная волна	Избыточное давление во фронте воздушной ударной волны
Пожары	Тепловое излучение	Плотность теплового потока
Цунами, прорыв плотин	Волна цунами, волна прорыва	Высота волны, максимальная скорость волны, площадь и длительность затопления, давление гидравлическое
Радиационные аварии	Радиоактивное заражение	Доза излучения
Химические аварии	Токсичные нагрузки	Токсодоза

Структура полного ущерба последствий аварий на технических объектах



Источник социального риска	Наиболее распространенные факторы социального риска
Урбанизация экологически неустойчивых территорий	Поселение людей в зонах возможного затопления, образования оползней, селей, ландшафтных пожаров, извержения вулканов, 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. 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

- При рассмотрении последствий аварий необходимо различать **прямой и косвенный ущерб**. **Прямой ущерб** возникает от непосредственного разрушения материальных ценностей, повреждения здоровья людей, затрат на ликвидацию аварии и восстановление объекта.
- **Косвенный ущерб** связан с отрицательным воздействием на производительные силы общества в целом (убытки смежных предприятий, уменьшение инвестиций, изменение финансовой политики и т.д.) или возникает из-за усиления его в ходе физико-химических природных цепных реакций, идущих непосредственно в природной среде и приводящих со временем к негативному воздействию на здоровье человека и окружающую среду.

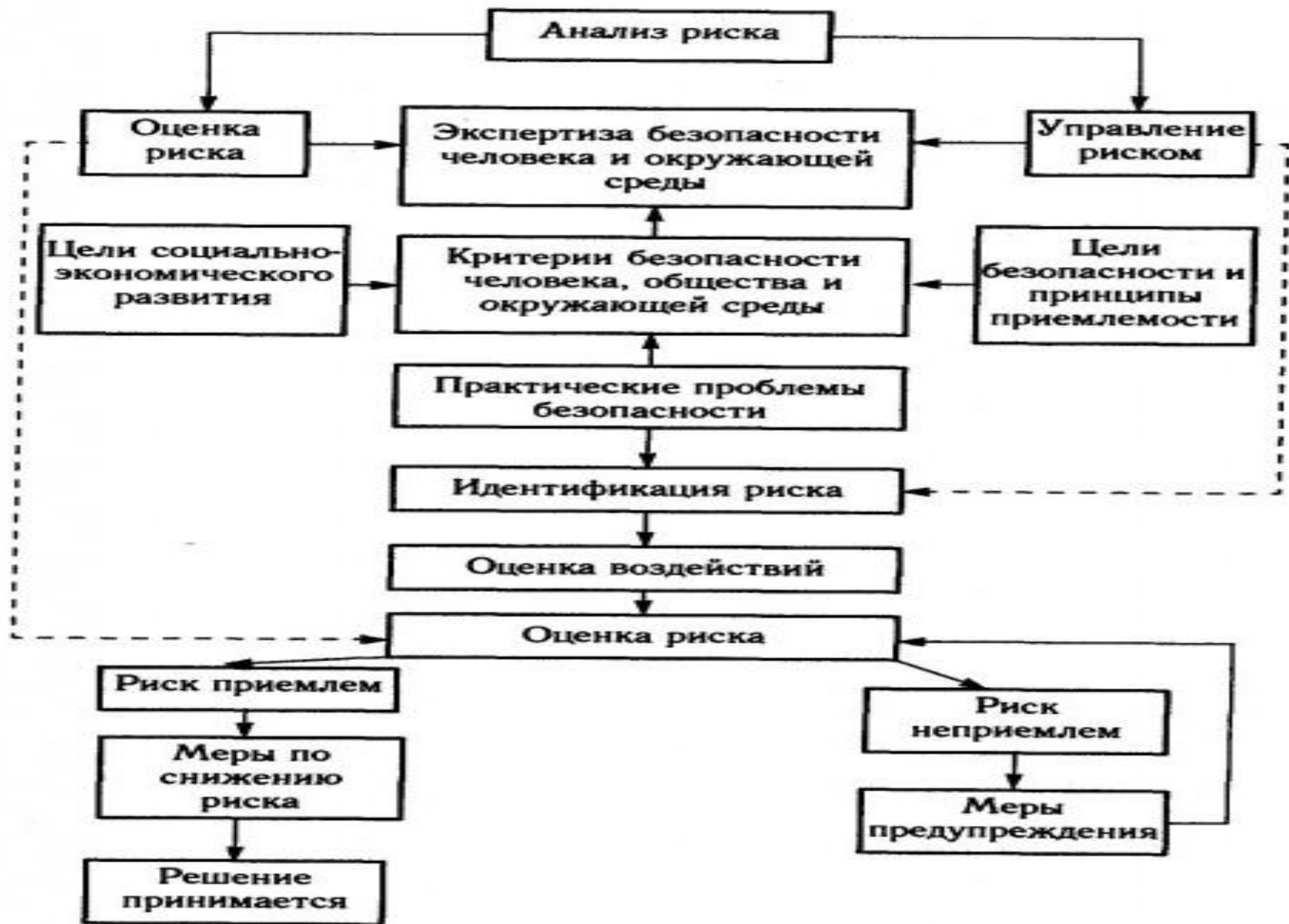
В нашей стране, по мнению ряда специалистов, косвенный ущерб от аварий превышает прямой в 5-7 раз, а катастрофы, аварии и инциденты соотносятся между собой примерно как 1:15:200 со средним периодом возникновения соответственно 10-15 лет, 8-12 мес. и 15-55 дней (результаты анализа, приведенного в Государственной научно-технической программе “Безопасность”).

Общая структура анализа техногенного риска

Общая логическая последовательность количественного анализ техногенного риска состоит из следующих этапов:

- **Обоснование целей и задач анализа риска.**
- **Анализ технологических особенностей производственного объекта. Идентификация потенциальных опасностей и классификация нежелательных событий, способных привести к нерегламентируемым выбросам опасных веществ или скоротечным выделениям энергии.**
- **Определение вероятности (или частоты) возникновения нежелательных событий.**
- **Выделение характерных особенностей, определение интенсивностей, общих количеств и продолжительности выбросов опасных веществ или выделения энергии в окружающее пространство для всего спектра нежелательных событий.**
- **Определение критериев поражения, а также форм или допустимых уровней разового или систематического негативного воздействия различных источников на окружающую среду.**

- **Обоснование физико-математических моделей и расчет пространственно-временного переноса и распространения, а также трансформаций исходных факторов опасности в окружающей среде учетом ее природно-климатической и географической специфики.**
- **Построение полей потенциального риска вокруг каждого из выделенных источников опасности, в пределах которых вероятно определенное негативное воздействие для соответствующих объектов.**
- **Расчет прямых и косвенных последствий (ущербов) негативного воздействия источников опасности на различные субъекты или группы риска с учетом конкретного количественного и пространственно-временного распределения вокруг источников.**
- **Анализ структуры риска. Исследование влияния различных факторов на уровень и пространственно-временное распределение риска вокруг источников.**
- **Оптимизация организационно-технических мероприятий по снижению риска до заданной величины.**



Лекция 4.

Методы анализа техногенного риска.

ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА
(ОБЪЕКТ)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ
(КАЧЕСТВО)

НАДЕЖНОСТЬ

ЭКОНОМИЧНОСТЬ

БЕЗОПАСНОСТЬ

Безотказность

Ремонтопригодность

Долговечность

Себестоимость

Прибыль

Рентабельность

Социальный
и индивидуальный риск

Экологический риск

Технико-экономический
риск

Надежностью называют свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонтов, хранения и транспортировки.

Основные определения теории надежности.

Применительно к опасным промышленным и транспортным объектам целесообразно рассматривать проблемы безопасности как проблемы **надежности** сложных человеко-машинных систем по отношению к здоровью и жизни людей, состоянию окружающей среды.

Во-первых, при определенных условиях эти понятия тесно связаны (например, когда нарушение работоспособного состояния технических элементов системы может привести к аварийным или катастрофическим последствиям).

Во-вторых, такой подход позволяет использовать количественные показатели безопасности, подобные в математическом отношении принятым показателям теории надежности, методы которой разработаны достаточно полно и широко используются на практике.

Состояние объекта

Исправное состояние

Неисправное состояние

Работоспособное состояние

Неработоспособное состояние

Предельное состояние

Списание

Состояние объекта.

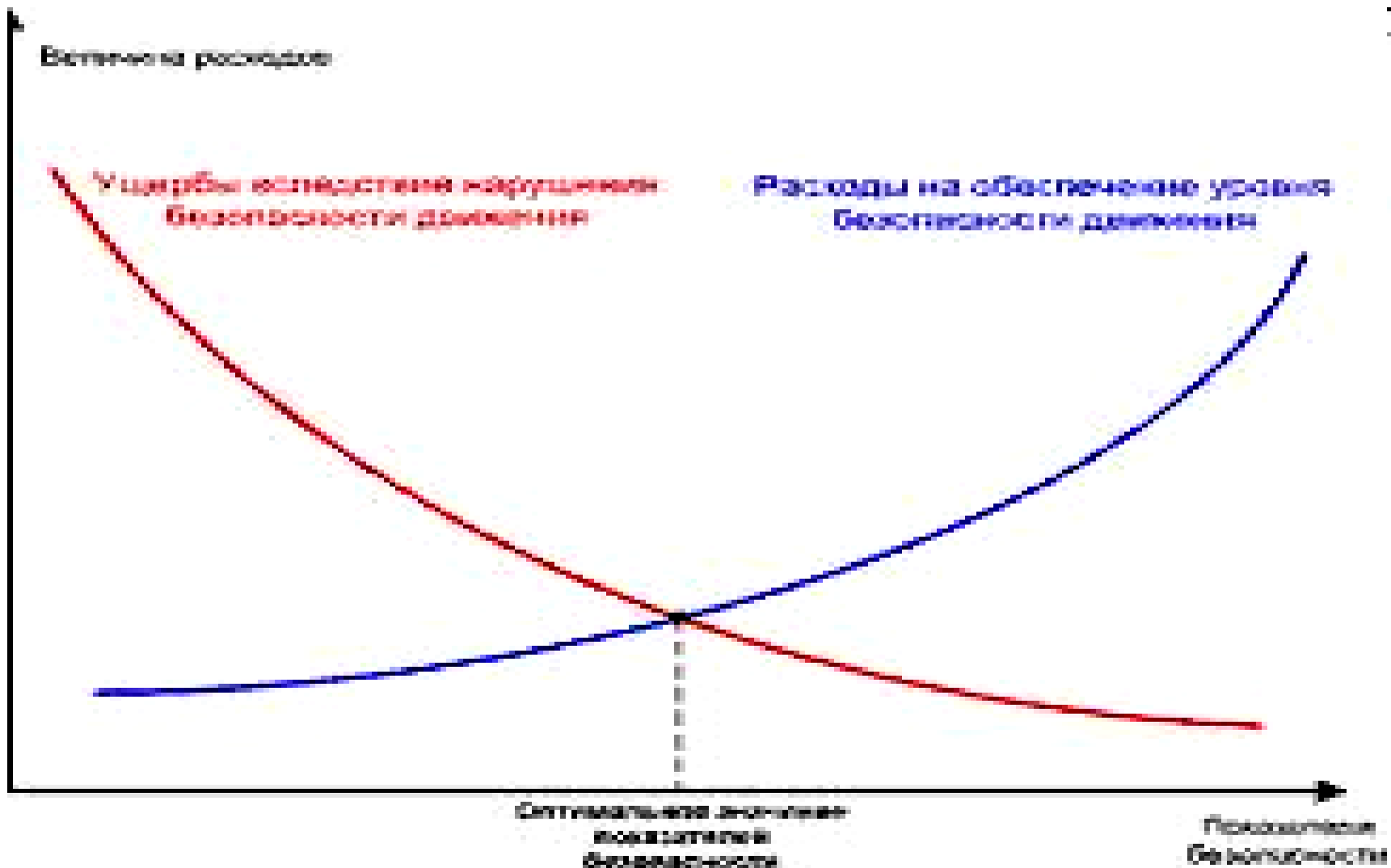
- **Исправность** - состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным нормативно-технической документацией (НТД).
- **Неисправность** - состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований, установленных НТД.
- **Работоспособность** - состояние объекта, при котором он способен выполнять заданные функции, сохраняя значения основных параметров в пределах, установленных НТД.
Основные параметры характеризуют функционирование объекта при выполнении поставленных задач и устанавливаются в нормативно-технической документации.
- **Неработоспособность** - состояние объекта, при котором значение хотя бы одного заданного параметра характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям, установленным НТД.

- Одним из основных понятий в теории надежности является отказ. Отказ определяется как событие, заключающееся в нарушении работоспособности.

Классификационные признаки	Виды отказов
По характеру процесса возникновения.	Внезапные. Постепенные
Возможность последующего использования после возникновения отказа.	Полные. Частичные.
По взаимосвязи между собой.	Независимые. Зависимые.
Характер проявления во времени.	Устойчивые. Самоустраняющиеся.
Причины возникновения.	Конструкционные. Технологические. Эксплуатационные.

- **Состояние системы (работоспособное или неработоспособное) определяется состоянием элементов и их сочетанием. Поэтому теоретически возможно расчет безотказности любой ТС свести к перебору всех возможных комбинаций состояний элементов, определению вероятности каждого из них и сложению вероятностей работоспособных состояний системы. Такой метод (метод прямого перебора) практически универсален и может использоваться при расчете любых ТС. Однако при большом количестве элементов системы n такой путь становится нереальным из-за большого объема вычислений (например, при $n = 10$ число возможных состояний системы составляет, $2^n = 1024$, при $n=20$ превышает 10^6 , при $n=30$ - более 10^9). Поэтому на практике используют более эффективные и экономичные методы расчета, не связанные с большим объемом вычислений.**
- **Возможность применения таких методов связана со структурой ТС.**

Обоснование допустимых уровней риска и показателей безопасности



Методы построения дерева событий и дерева отказов

Практика показывает, что крупные аварии, как правило, характеризуются комбинацией случайных событий, возникающих с различной частотой на разных стадиях возникновения и развития аварии (отказы оборудования, ошибки человека, нерасчетные внешние воздействия, разрушение, выброс, пролив вещества, рассеяние веществ, воспламенение, взрыв, интоксикация и т.д.) Для выявления причинно-следственных связей между этими событиями используют логико-графические методы анализа «деревьев отказов» и «деревьев событий».

Анализ «дерева событий» (АДС)

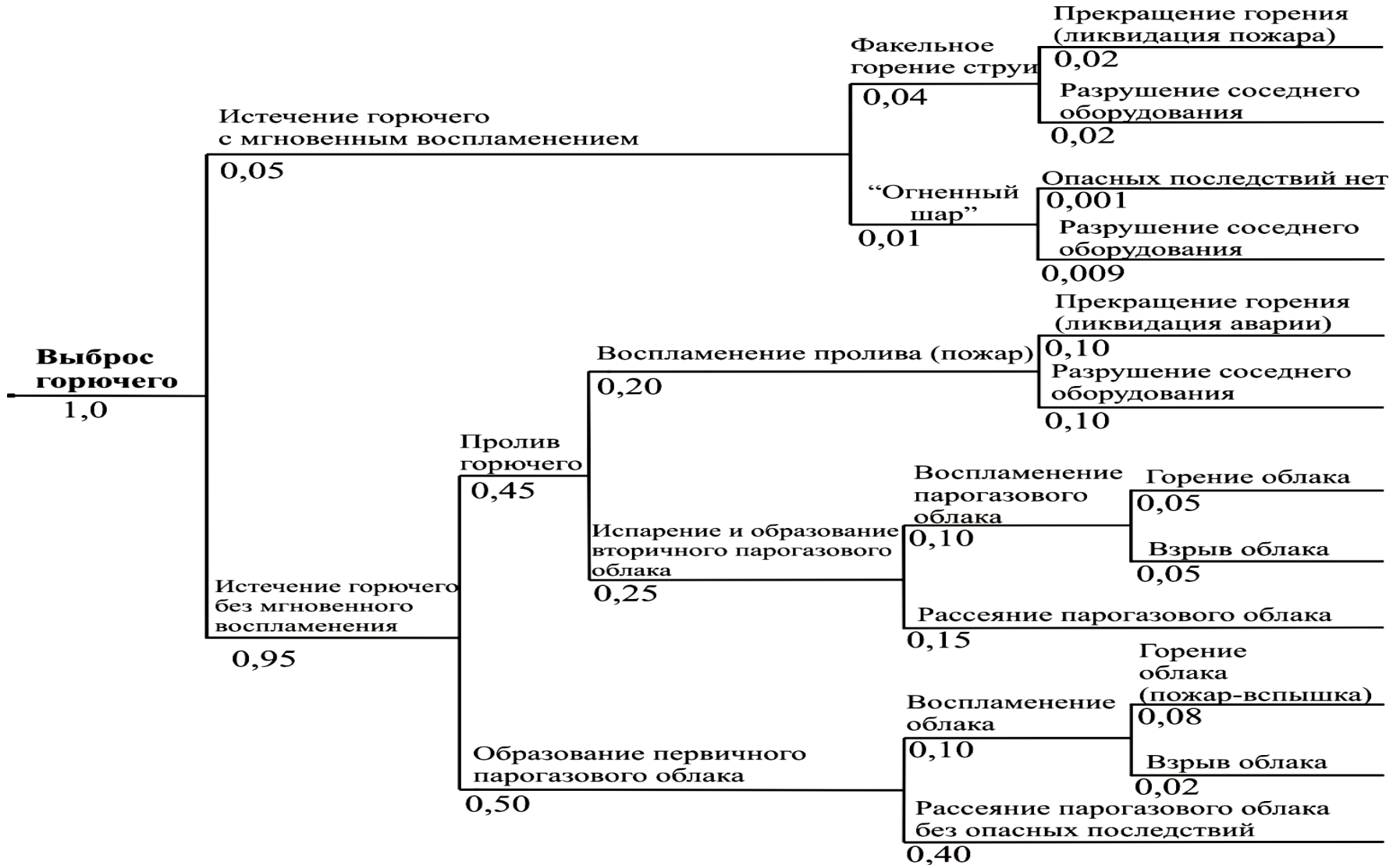
Анализ «дерева событий» (АДС) - алгоритм построения последовательности событий, исходящих из основного события (аварийной ситуации). Используется для анализа развития аварийной ситуации. Частота каждого сценария развития аварийной ситуации рассчитывается путем умножения частоты основного события на условную вероятность конечного события (например, аварии с разгерметизацией оборудования с горючим веществом в зависимости от условий могут развиваться как с воспламенением, так и без воспламенения вещества).



«Дерево событий» аварий на установке первичной переработки нефти



«Дерево событий» при авариях с выбросом горючего



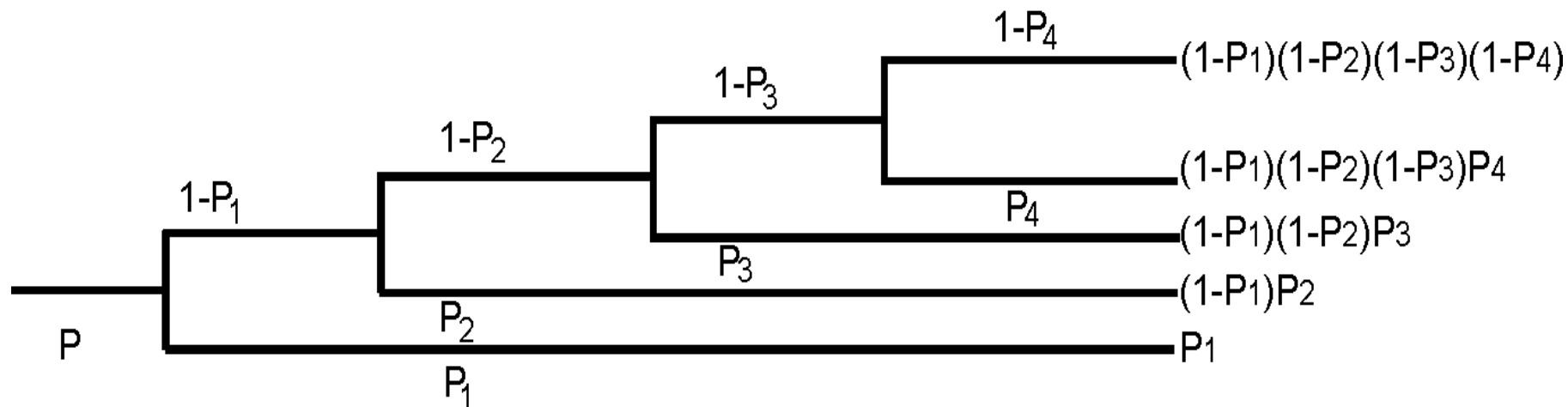
Метод построения дерева событий. Сущность метода построения ДС. Оценка риска аварий в виде пожара или взрыва при разрыве трубопровода с помощью метода построения ДС.

Метод построения дерева событий – это графический способ слежения за набором обстоятельств (отказа системы и внешних воздействий на нее), ведущих к неблагоприятному исходу. Дерево событий рассматривает возможные пути развития последствий аварии (сценарии развития событий). Все события, которые могут произойти после произошедшего инцидента, соединены причинно-следственными связями, в зависимости от срабатывания или отказа элементов защиты системы.

Ствол дерева располагается в левой части рисунка. Стволом дерева является инцидент, т.е. само неблагоприятное событие, в данном случае – разрыв трубопровода. Как и положено, из ствола разветвляются ветви. Ветвями дерева являются возможные пути развития последствий инцидента, в данной задаче – разрыва трубопровода. Безусловно, в каждой технической системе есть способы, устройства, приспособления, предохраняющие систему от аварий и катастроф. Они называются элементами защиты системы.

ДС при развитии аварии на трубопроводе

Разрыв трубопровода	Системы контроля утечки газа	Системы автоматического прекращения подачи газа в поврежденный участок трубопровода	Системы аварийной вентиляции	Системы и мероприятия пожаротушения	Финальная вероятность
Инцидент	1	2	3	4	



- P_1, P_2, P_3, P_4 – вероятности отказов
- $(1-P_1), (1-P_2), (1-P_3), (1-P_4)$ – вероятности срабатывания первого, второго, третьего, четвертого элементов защиты, соответственно. Число всех возможных комбинаций срабатывания или отказов элементов защиты определяет число сценариев развития событий. Каждый сценарий – путь развития аварии, состоящий из набора разветвлений.

Дерево событий позволяет:

- определить сценарии аварий с различными последствиями от различных исходных событий;
- определить взаимосвязь отказов систем с последствиями аварий;
- сократить первоначальный набор потенциальных аварий и ограничить его лишь логически значимыми авариями;
- определить пути развития аварии, которые вносят наибольший вклад в риск из-за их высокой вероятности;
- внести изменения в конструкцию или эксплуатационные процедуры.

Дерево отказов, как метод структурного анализа

В 1940 - 50-х годах теория надежности, как самостоятельная область знаний, получает распространение в основном в авиации, военной и ядерной индустрии. Фактически «родиной» теории надежности становятся в 1950 году США, что, прежде всего, связано с развитием электроники. Именно тогда министр обороны США выявил, что поддержание в работоспособном состоянии электронного оборудования стоимостью в 1 доллар обходится за год в 2 доллара. Стало очевидным, что следовало разрабатывать элементы системы изначально надежными.

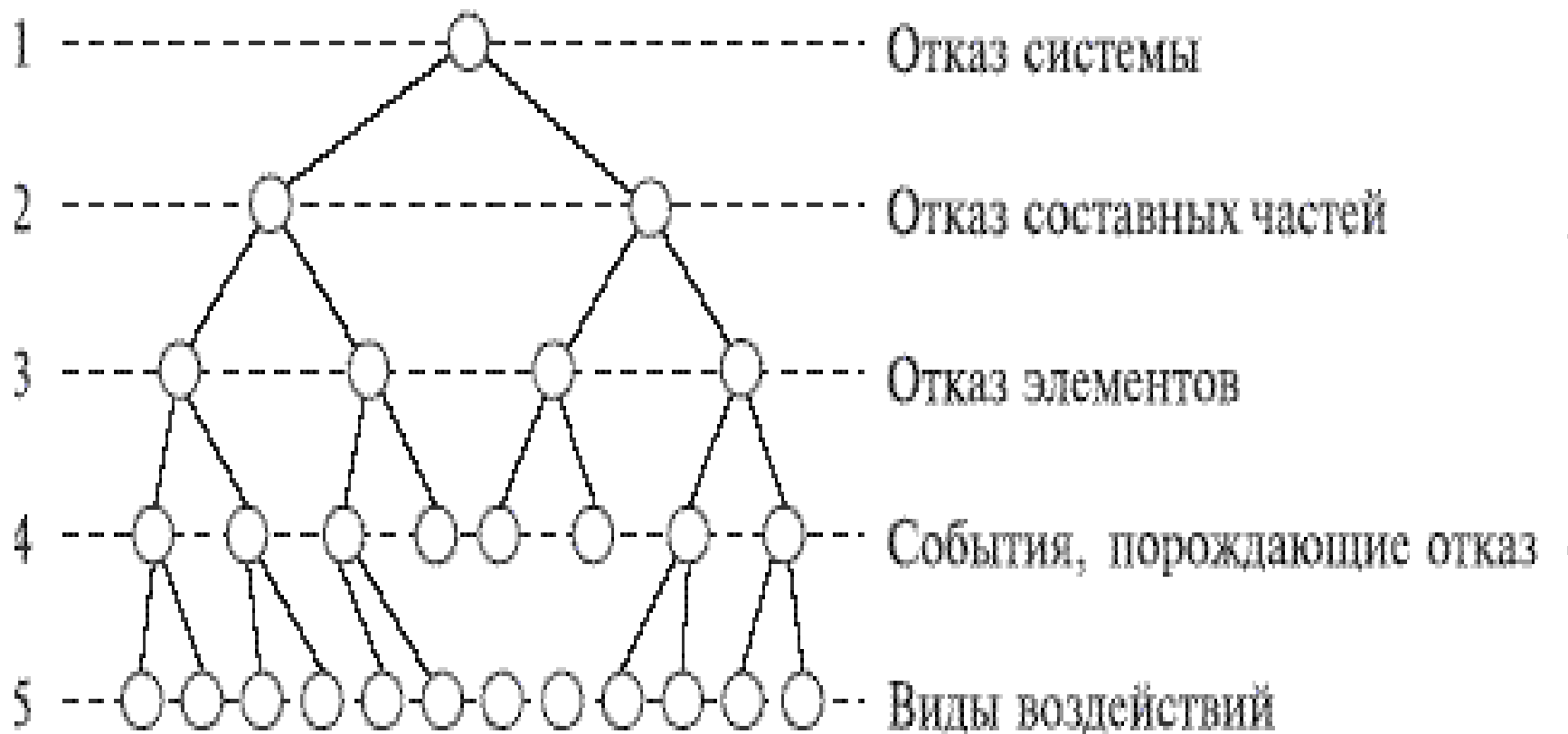
При этом системы были настолько сложными, а элементы системы влияли на такое большое число различных функций, что только самые четкие и неукоснительные действия обученного обслуживающего инженерного персонала могли обеспечивать минимально необходимый уровень надежности. В итоге, министр обороны при объявлении тендера на поставку электронного оборудования потребовал, чтобы производители оборудования по итогам длительных испытаний доказали надежность своего оборудования.

- В 1962 году впервые был использован метод анализа дерева отказов (fault tree analysis, FTA) компанией Bell Labs для Военно-воздушных сил США, который на сегодняшний день получил широкое распространение для анализа причин отказов статических систем.
- Данный метод является частью национальных стандартов таких, например, как стандарт США «MIL-HDBK-217 Reliability prediction of electronic equipment» или российских «Методических указаний по проведению анализа риска опасных производственных объектов №РД 03-418-01».

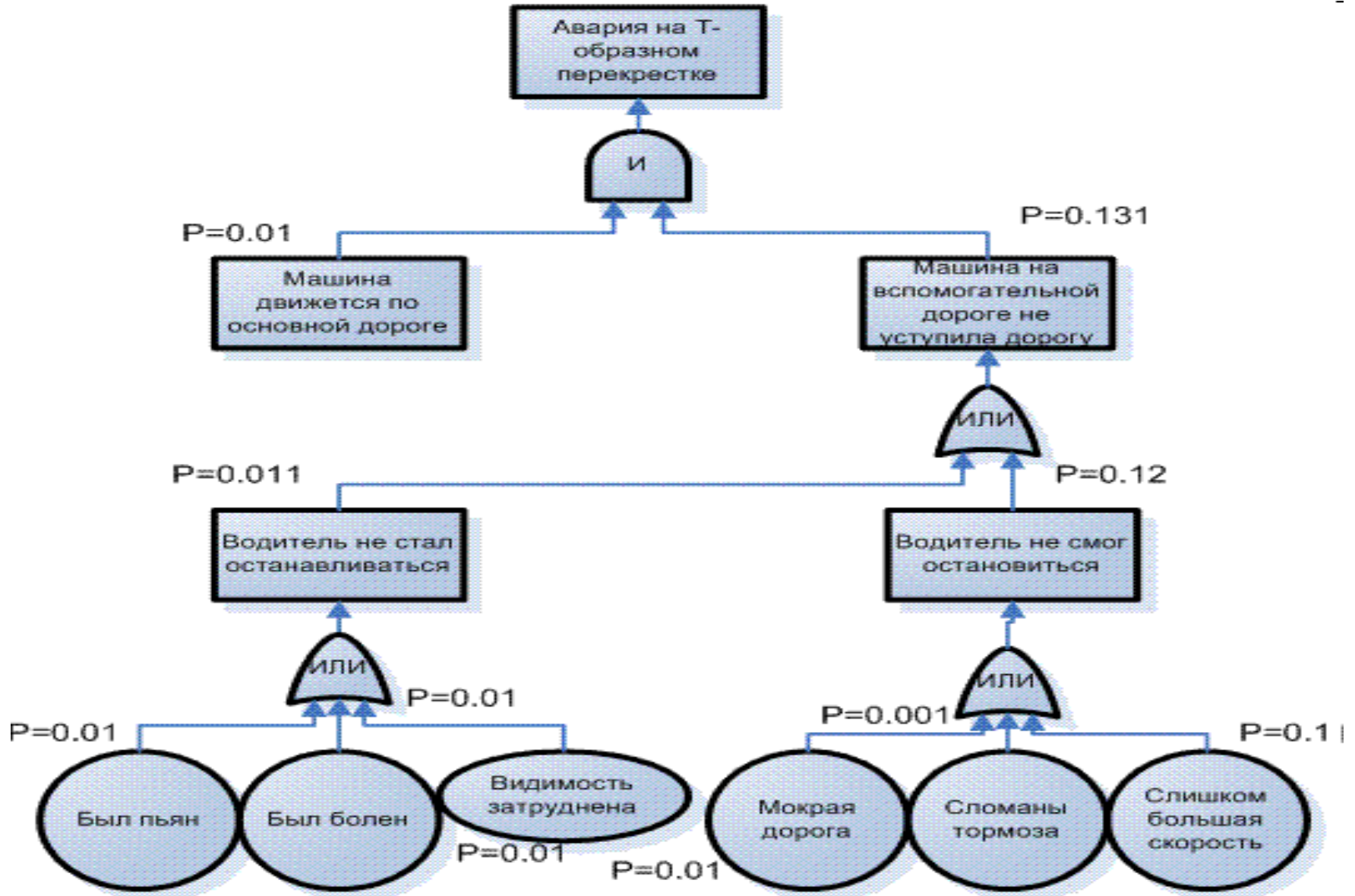
Предназначение и область применения дерева отказов.

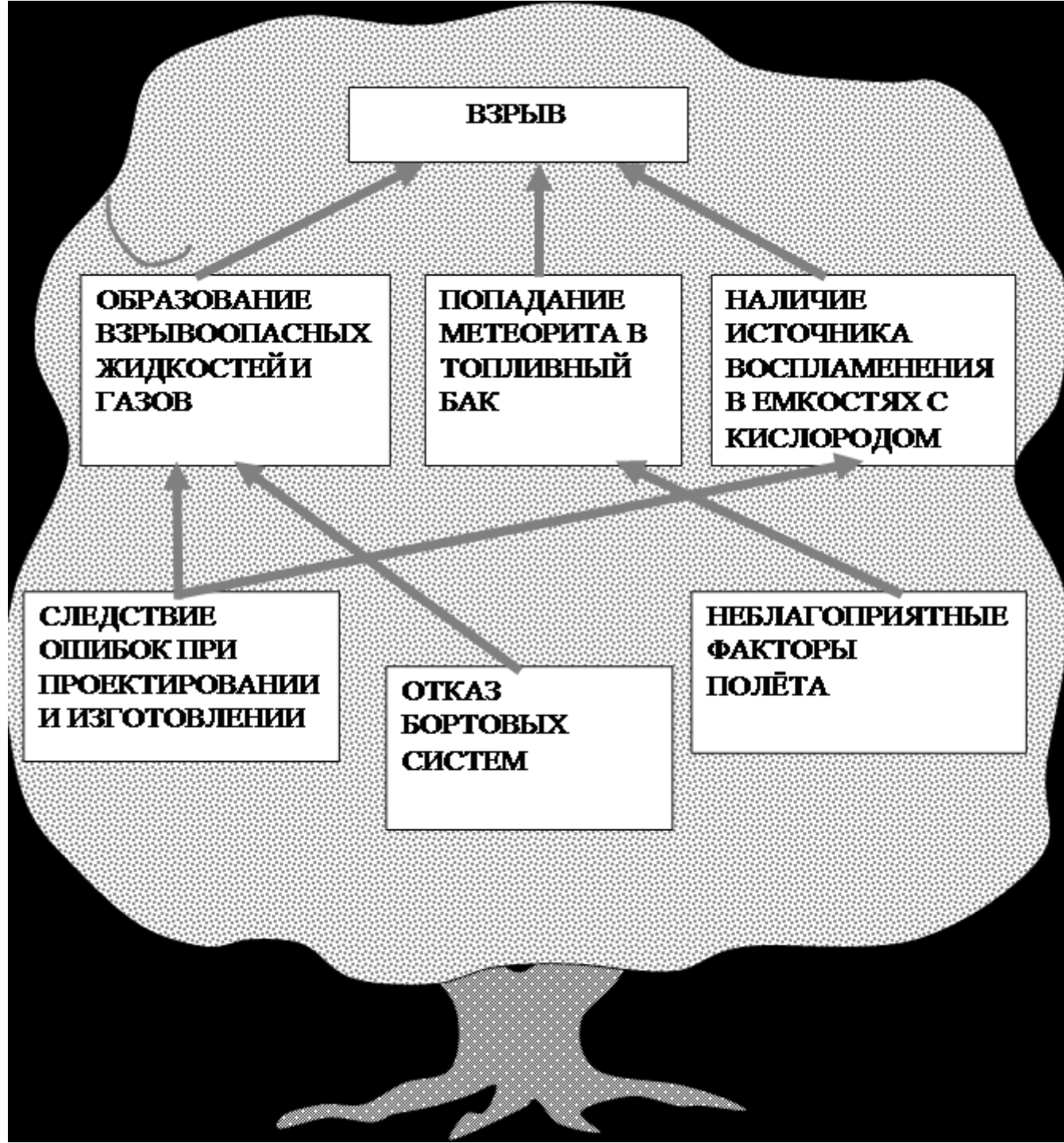
Дерево отказов (аварий, происшествий, последствий, нежелательных событий и пр.) лежит в основе логико-вероятностной модели причинно-следственных связей отказов системы с отказами ее элементов и другими событиями (воздействиями). При анализе возникновения отказа, дерево отказов состоит из последовательностей и комбинаций нарушений и неисправностей, и таким образом оно представляет собой многоуровневую графологическую структуру причинных взаимосвязей, полученных в результате прослеживания опасных ситуаций в обратном порядке, для того чтобы отыскать возможные причины их возникновения.

Условная схема построения дерева отказов.

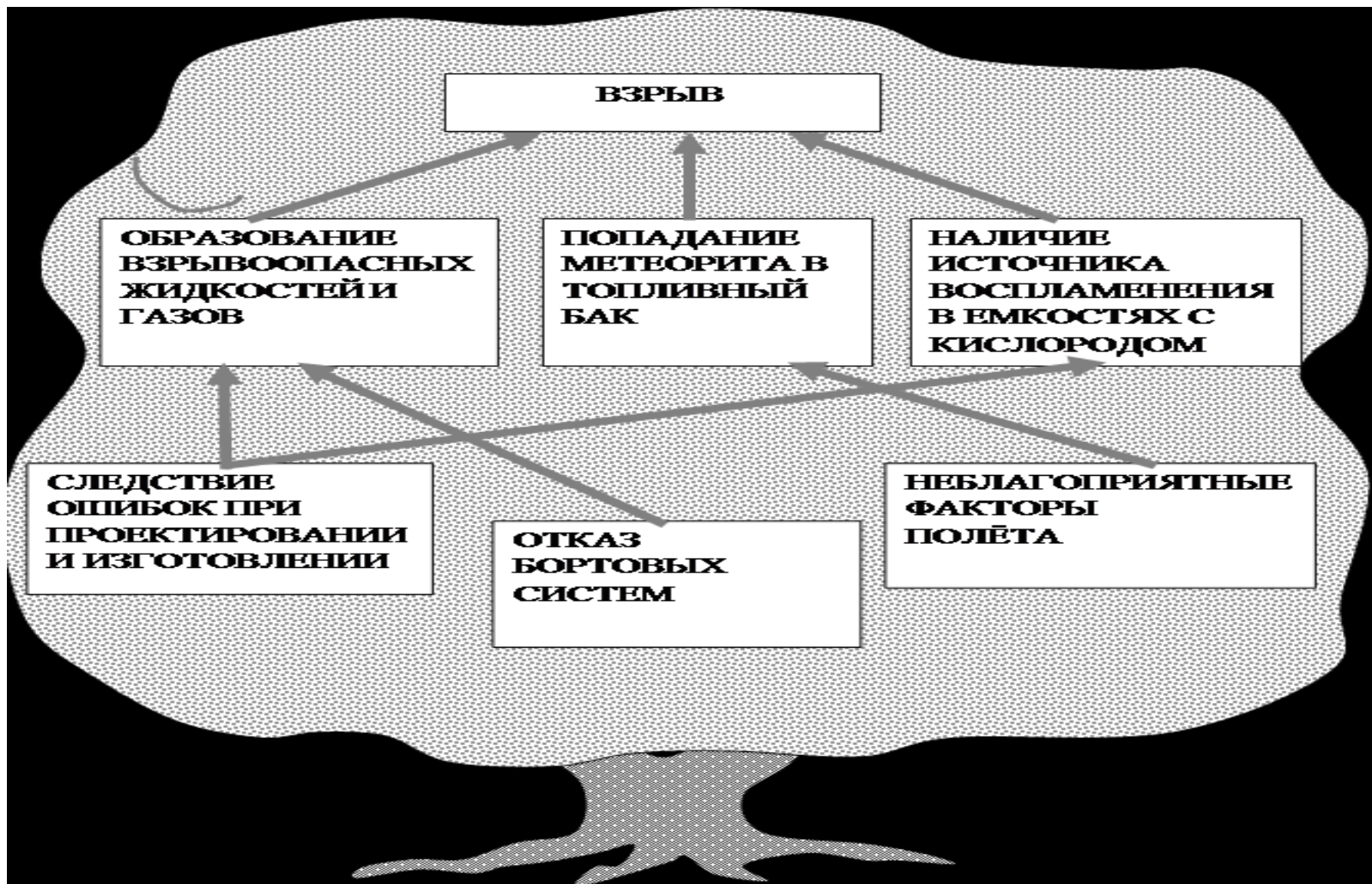


Пример схемы построения дерева отказов с указанием вероятности событий





Дерево причин и опасностей



Лекция 5.

Экологический риск.

Химически опасный объект.

Химически опасный объект — опасный производственный объект, на котором хранят, перерабатывают, используют или транспортируют опасные химические вещества, при аварии на котором или при разрушении которого может произойти гибель или химическое поражение людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также химическое заражение окружающей природной среды.

Предприятия горной и
цветной металлургии

Машиностроительная
и оборонная
промышленность

Целлюлозно-
бумажная
промышленность

Коммунальное
хозяйство

Медицинская
промышленность

Сельское хозяйство

ТРАНСПОРТ



ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫЕ ОБЪЕКТЫ

Объекты пищевой промышленности

Молокозаводы

Холодильники

Пивные заводы

Кондитерские
фабрики

Овощные базы



Аварии с выбросом химически опасных веществ.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ АХОВ
ПО ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫМ ОБЪЕКТАМ



**ОПАСНЫЕ
ХИМИЧЕСКИЕ
ВЕЩЕСТВА
(ГОСТ Р 22.0.05-94)**

**БОЕВЫЕ
ОТРАВЛЯЮЩИЕ
ВЕЩЕСТВА (при
хранении)**

**АВАРИЙНО
ХИМИЧЕСКИ
ОПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА
(ГОСТ Р 22.9.05-95)**

**ВЕЩЕСТВА, ВЫЗЫВАЮЩИЕ
ПРЕИМУЩЕСТВЕННО
ХРОНИЧЕСКИЕ
ЗАБОЛЕВАНИЯ**

**АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ
ОПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА
ИНГАЛЯЦИОННОГО ДЕЙСТВИЯ
(ГОСТ Р 22.0.05-95)**

**АВАРИЙНО ХИМИЧЕСКИ
ОПАСНЫЕ ВЕЩЕСТВА
НЕИНГАЛЯЦИОННОГО
ДЕЙСТВИЯ**

Вещества
общеядовитого
действия

Вещества обладающие
удушающим и
нейтральным действием

Нейтральные яды

Метаболические яды

Классификация АХОВ по характеру воздействия на людей

Вещества с удушающим
действием

Вещества удушающего и
общеядовитого действия

С выраженным
прижигающим действием

С выраженным
прижигающим действием

Со слабым прижигающим
действием

Со слабым прижигающим
действием



- **Существуют три пути проникновения токсического вещества в человеческий организм:**
 - **желудочно-кишечный тракт – пероральный;**
 - **кожные покровы и слизистые оболочки – кожно-резорбтивный;**
 - **органы дыхания – ингаляционный.**
- **Практически все СДЯВ, в случае внезапного аварийного выброса, переходят в парообразное или аэрозольное состояние и проникают в организм ингаляционным путем.**

- **Важнейшей характеристикой СДЯВ является их токсичность.**
- **Токсичность – это свойство вещества вызывать патологические изменения в организме, которые приводят к потере работоспособности или гибели человека.**
- **Количественными показателями токсичности вещества являются концентрация и поглощенная доза.**
- **Концентрация СДЯВ (С) – это количество ядовитого вещества в единице объема воздуха**

$$C = M / V,$$

где **М** – масса СДЯВ, мг или г;

V – объем зараженного воздуха, л или м³

Концентрация измеряется в мг/л или мг/м³

- **Доза, вызывающая определенный токсический эффект, называется токсодозой (Д).**
- **Различают смертельную, выводящую из строя и пороговую токсодозы.**
- **Смертельная или летальная токсодоза – это количество СДЯВ, вызывающее при попадании в организм смертельный исход с определенной вероятностью.**
- **Обычно пользуются понятием абсолютно смертельной токсодозы, вызывающей гибель организма с вероятностью 100% (или гибель 100% пораженных) и средне смертельной токсодозы, летальный исход от которой наступает у 50% пораженных.**

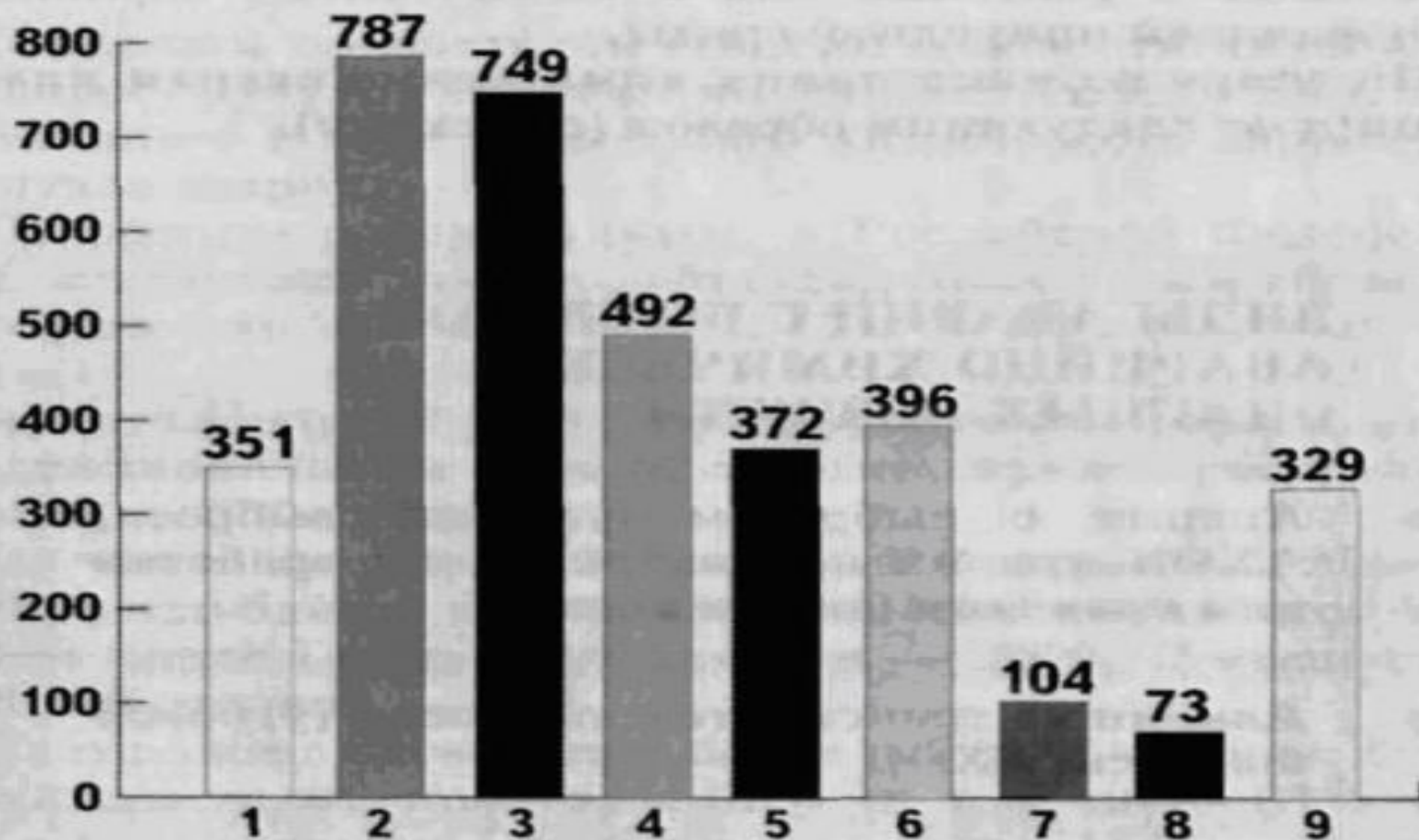
- Если СДЯВ попадает в организм перорально или путем кожной резорбции, то говорят о кожно-резорбтивной дозе, которая измеряется в мг на 1 кг массы или на полную массу человека (обычно эта масса полагается равной 70 кг), т.е. мг/кг или мг/чел.
- Если СДЯВ поступает через органы дыхания, то говорят о ингаляционной токсодозе.
- Ингаляционная токсодоза – это произведение концентрации токсического вещества (С) в воздухе и времени экспозиции (t)

$$D = Ct$$

- Ингаляционная токсодоза измеряется в мг.мин/л.
- Параметр Ct получил название «габеров фактор смертельности» (по имени немецкого химика Ф.Габера).

- При прогнозировании последствий химического заражения в результате возможной аварии с выбросом СДЯВ обычно используют:
- **среднюю смертельную ингаляционную токсодозу LCt_{50}** , воздействие которой вызовет смерть для 50% пораженных людей, подвергшихся воздействию токсических веществ в течение 30 минут;
- **среднюю пороговую токсикозу PCt_{50}** , вызывающую начальные симптомы поражения.

Наименование ХОВ	Смертельная токсодоза, мг/л·мин	Токсодоза, вызывающая поражение средней тяжести, мг/л·мин	Токсодоза, вызывающая начальные симптомы, мг/л·мин
Хлор	6,0	0,6	0,01
Аммиак	150	15,0	0,25
Фосген	6,0	0,6	0,01
Сернистый ангидрид	70,0	20,0	0,4–0,5
Фтористый водород	7,5	4,0	0,4
Цианистый водород	1,5	0,75	0,02–0,04
Сероводород	30,0	5,0	0,3
Серовуглерод	900,0	135,0	1,5–1,6
Нитрил акриловой кислоты	7,0	0,7	0,03



Количество химически опасных объектов по регионам России: 1 — Северо-Западный; 2 — Центральный; 3 — Северо-Кавказский; 4 — Приволжский; 5 — Уральский; 6 — Западно-Сибирский; 7 — Восточно-Сибирский; 8 — Забайкальский; 9 — Дальневосточный



Классификация химически опасных объектов по степени опасности для населения и территорий

Степени химической опасности объектов	Кол-во чел., попадающих в зону хим.загрязнения при аварии
I	Более 75 тыс. человек
II	От 40 до 75 тыс. человек
III	Менее 40 тыс. человек
IV	Оценке не подлежит

По характеру воздействия на организм человека все АХОВ условно делятся на следующие группы:

- вещества с преимущественно удушающим действием (хлор, фосген и др.);**
- вещества преимущественно общеядовитого действия (окись углерода и др.);**
- вещества, обладающие удушающим и общеядовитым действием (азотная кислота и окислы азота, сернистый ангидрид, фтористый водород и др.);**
- вещества, обладающие удушающим и нейротропным действием (аммиак и др.);**
- метаболические яды (окись этилена и др.);**
- вещества, нарушающие обмен веществ (диоксины и др.).**

- **В 1976 г. на химическом заводе итальянского города . Севезо произошла авария, в результате которой территория площадью более 18 км оказалась зараженной диоксином. Пострадали более 1000 человек, отмечалась массовая гибель животных. Ликвидация последствий аварии продолжалась более года.**
- **Наверное, самой крупной аварией на химическом производстве за всю историю развития мировой промышленности оказалась катастрофа в г. Бхопале (Индия, 1984 г.), из-за которой погибло 3150 человек, а более 200 тысяч получили поражения различной степени тяжести.**
- **В 1988 г. при железнодорожной катастрофе в г. Ярославле произошел разлив гептила, относящегося к АХОВ первого класса токсичности. В зоне возможного поражения оказались около 3 тысяч человек. В ликвидации последствий аварии участвовали около 2 тысяч человек и большое количество техники.**

- **В 1989 г. произошла химическая авария в г. Ионаве (Литва). Около 7 тыс. т жидкого аммиака разлилось по территории завода, образовав озеро ядовитой жидкости с поверхностью около 10 тыс. кв. м. От возникшего пожара произошло возгорание склада с нитрофоской, ее термическое разложение с выделением ядовитых газов. Глубина распространения зараженного воздуха достигала 30 км и только благоприятные метеорологические условия не привели к поражению людей, т.к. облако зараженного воздуха прошло по незаселенным районам. В ликвидации последствий этой аварии участвовали 982 человека, привлекалась 241 единица техники.**
- **В августе 1991 года в Мексике во время железнодорожной катастрофы с рельсов сошли 32 цистерны с жидким хлором. В атмосферу было выброшено около 300 тонн хлора. В зоне распространения зараженного воздуха получили поражения различной степени тяжести около 500 человек, из них 17 человек погибли на месте. Из ближайших населенных пунктов было эвакуировано свыше тысячи жителей.**

- **17.04.03 в ООО «Лукойлволгограднефтепереработка» произошел аварийный выброс в атмосферу пропан-пропилен-бутан-бутиленовой фракции с примесью сероводорода из емкости 10 м на установке, предназначенной для стабилизации бензина и сжиженного газа. Образовавшееся облако опустилось за 4 километра от места аварии. Облако подхватил ветер, сила которого в то время составляла 10-12 метров в секунду с порывами до 14 м/сек. После 15-минутной утечки газовой смеси в волгоградские больницы с подозрением на отравление сероводородом обратилось 97 человек. Девять человек попали в реанимацию. Наибольшее количество пострадавших среди учеников гимназии № 8, находящейся на расстоянии 4 800 метров от завода.**
- **авария 22.03.2004г. Николаевская область. Произошел выброс метанола при транспортировке. Чрезмерное количество жидкости вытекло из заливных горловин на грунт, метанол осел в почве. В воздух попало в процессе испарения жидкости почти тонна метанола. Пострадало 18 человек.**

Характеристики очагов поражения, возникающих при авариях на химических объектах

Главным поражающим фактором при авариях на химически опасных объектах (ХОО) является заражение сильнодействующими ядовитыми веществами (СДЯВ) или отравляющими веществами (ОВ) воздуха, приводящее к поражению людей, находящихся в зоне действия ядовитых веществ.

- Территория, зараженная СДЯВ в поражающих концентрациях (C_i), называется зоной химического заражения.
- Размеры зоны химического заражения характеризуются: Γ – глубиной распространения ядовитого облака в поражающих концентрациях, \mathcal{W} – шириной зоны заражения, S_{ϕ} – площадью территории фактического заражения. Она зависит от количества СДЯВ, выброшенного из емкости в момент аварии, его физико-химических и токсических свойств, метеорологических условий (скорости ветра в приземном слое атмосферы, степени вертикальной устойчивости воздуха), характера местности (рельефа, застройки, растительности).

Глубина зоны заражения.

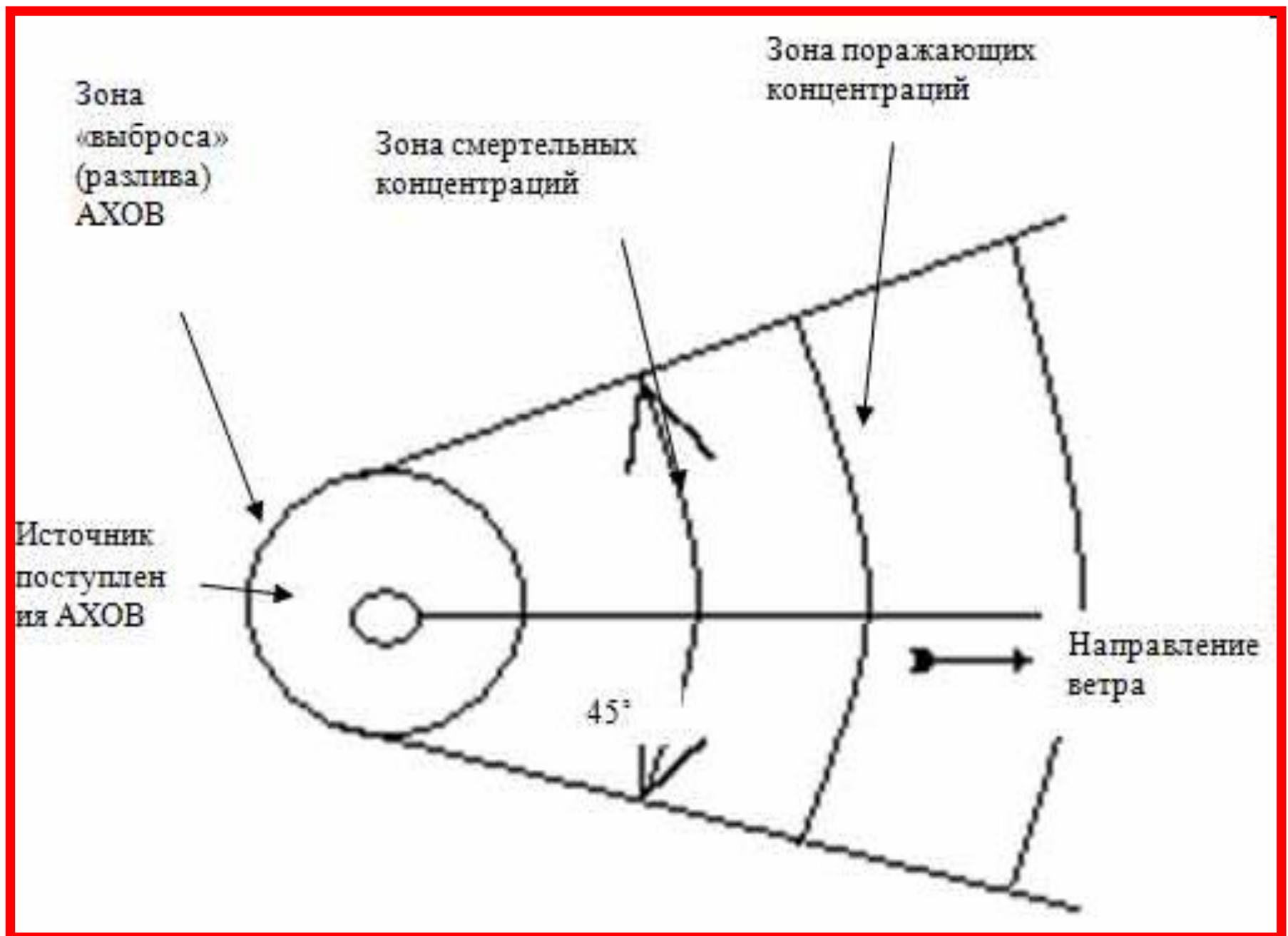
$$\Gamma = \Gamma(\alpha, v, g, c),$$

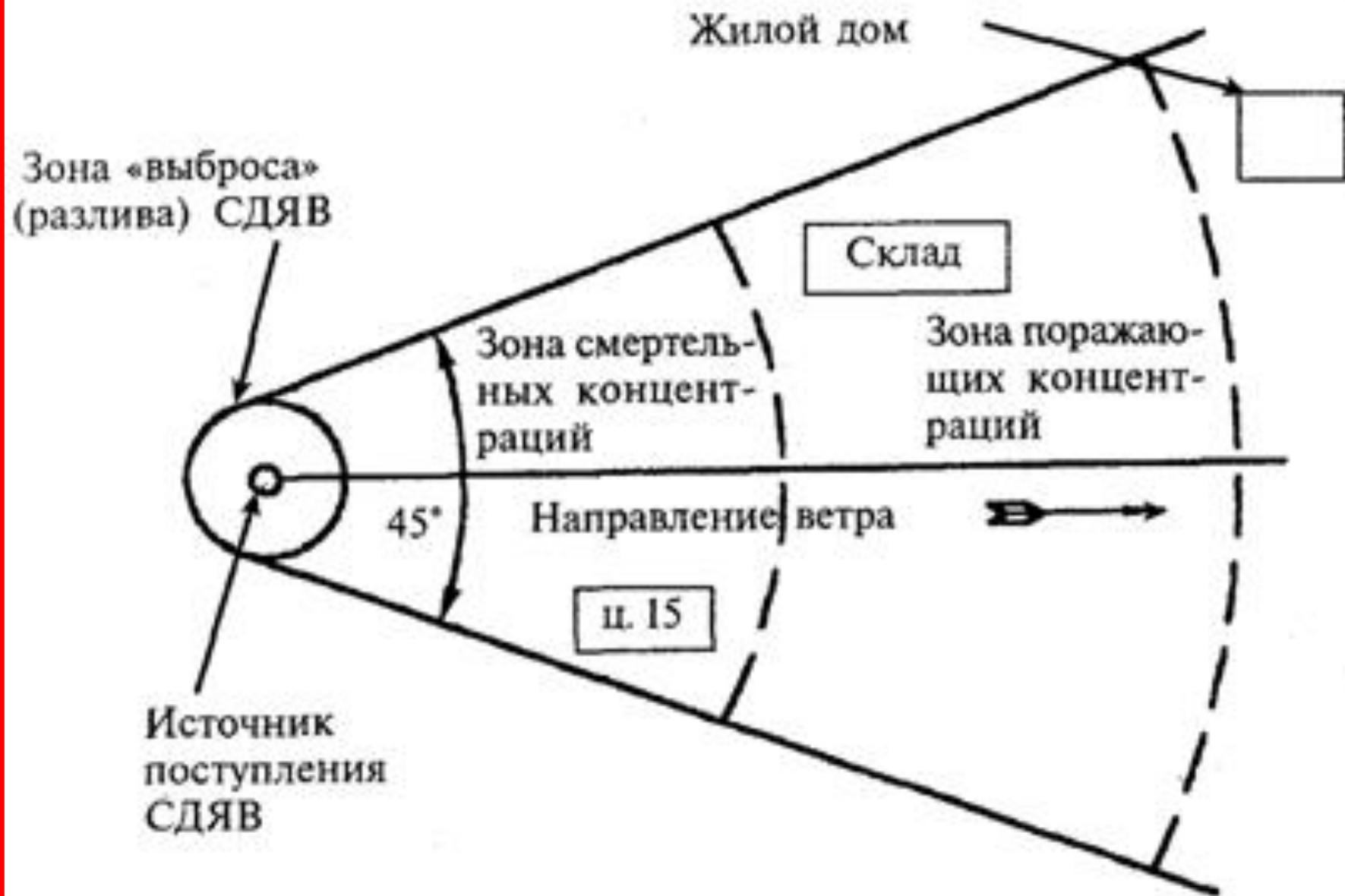
где α - направление ветра;

v - скорость ветра;

g – доля пораженных среди населения, оказавшихся в зоне заражения;

c – признак наличия или отсутствия облачности.





- Из всех химически опасных веществ, используемых в промышленности (их более 2000), специалисты НИИ ГО и ЧС выделяют только 34 вещества, которые классифицируют как СДЯВ.
- Наиболее часто применяются такие СДЯВ, как хлор, аммиак, нитрил акриловой кислоты, цианистый водород (синильная кислота), фосген, сероводород, фтористый водород, метилизоцианат, окись углерода, сероуглерод и другие вещества. Газообразные СДЯВ, как правило, хранятся в герметичных, стальных емкостях в сжиженном состоянии под давлением собственных паров (600-1200 кПа) и в технологические цеха подаются по трубопроводам.

**Оценка риска, связанного с
воздействием ионизирующего
излучения.**

Естественные источники радиации

- ❖ радиационный фон, создаваемый космическими лучами
- ❖ радиоактивные изотопы, встречающиеся в горных породах Земли
- ❖ каменный, бурый угли, которые они содержат небольшие количества первичных радионуклидов
- ❖ природный газ, который опасен в большей степени из-за содержания радионуклидов многих углеводородов
- ❖ строительные материалы
- ❖ термальные водоемы
- ❖ добыча фосфатов

Искусственные источники радиации

- ❖ *Источники, используемые в медицине*
- ❖ *Ядерные взрывы*
- ❖ *Атомная энергетика*

К настоящему времени в мире зафиксировано более 150 аварий на атомных электростанциях (АЭС) с утечкой радиоактивности. Кроме того, на дне Мирового океана находится шесть затонувших атомных подлодок, девять атомных реакторов, 50 ядерных боеприпасов и одна водородная бомба ВМФ США.

Риск от ионизирующего излучения

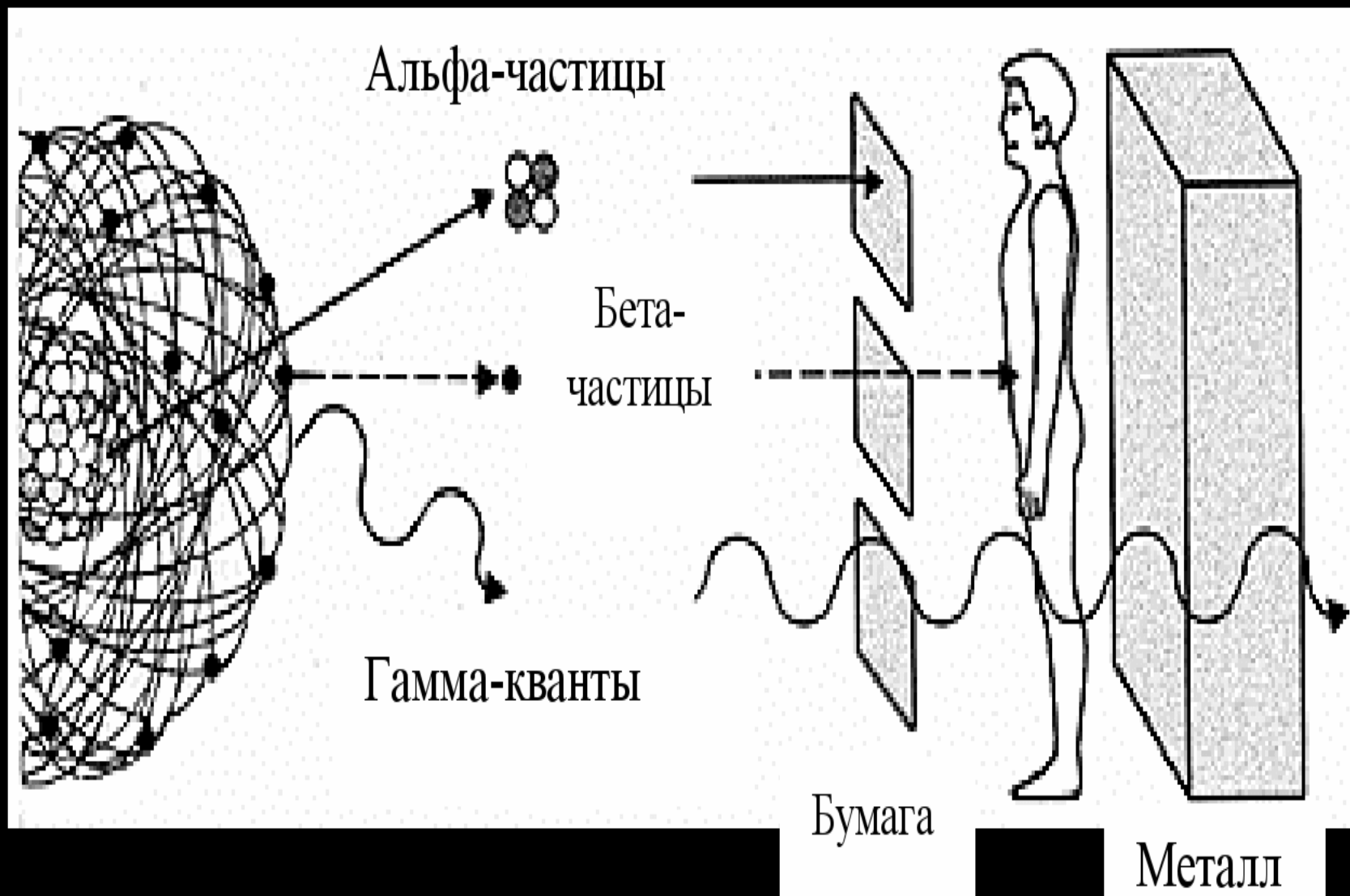
- Воздействие ионизирующего излучения на организм человека носит стохастический характер (особенно в области малых доз) и здесь специалисты оперируют понятием "риск" как вероятностью нанесения ущерба здоровью человека при определенной дозе облучения.

Различают

альфа- (α), бета- (β), гамма- (γ)
излучения.

Эти виды излучений сопровождаются высвобождением разного количества энергии и обладают разной проникающей способностью, поэтому оказывают не одинаковое воздействие на ткани живого организма.

- **Альфа-излучения** задерживаются даже листком бумаги, поэтому не представляют опасности, но до тех пор, пока они не попадут внутрь через открытую рану или с пищей и воздухом: тогда они становятся чрезвычайно опасными.
- **Бета-излучения** обладают большой проникающей способностью: они проходят через кожу на глубину 2-3 см.
- Проникающая способность **гамма-излучения**, которое распространяется со скоростью света, очень велика: его может задержать лишь толстая свинцовая или бетонная стена или плита.



Наименование материала	Плотность г/см ³	Толщина слоя половинного ослабления, см	
		гамма-излучения	нейтронного потока
Свинец	11,3	2	12
Броня	7,8	3,5	11,5
Бетон	2,3	9,5	8,2
Кирпич	1,6	13	10
Древесина	0,7	30,5	9,7
Грунт	1,6	12	12,5
Вода	1	20,4	2,7
Полиэтилен	0,9	22	2,7

Пути проникновения радиации в организм человека

- Радиоактивные изотопы
- могут проникать в организм вместе с пищей или водой.
- Радиоактивные частицы из воздуха во время дыхания могут попасть в легкие.
- Изотопы, находящиеся в земле или на ее поверхности



- Органы, подвергающиеся облучению



Доза эффективная.

Доза эффективная (E) – величина, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения всего тела человека и отдельных его органов и тканей с учетом их радиочувствительности.

$$E = \sum W_T H_T,$$

где H_T – эквивалентная доза в органе или ткани; W_T – взвешивающий коэффициент для органа или ткани T_i .

Единица эффективной дозы – **зиверт (Зв)**.

Взвешивающие коэффициенты для тканей и органов при расчете эффективной дозы.

Ткань или орган	Взвешивающий коэффициент, W_T
Гонады	0,2
Костный мозг (красный)	0,12
Толстый кишечник	0,12
Легкие	0,12
Желудок	0,12
Мочевой пузырь	0,05
Печень	0,05
Пищевод	0,05
Кожа	0,01

**Предел индивидуального
пожизненного риска в условиях
нормальной эксплуатации для
техногенного облучения персонала в
течение года принимается
округленно $1,0 \cdot 10^{-3}$, а для населения –
 $5,0 \cdot 10^{-5}$.**

- В результате воздействия ионизирующих излучений на организм человека в тканях могут происходить сложные физические, химические и биохимические процессы. Ионизирующие излучения вызывают ионизацию атомов и молекул вещества, в результате чего молекулы и клетки ткани разрушаются.
- Известно, что 2/3 общего состава ткани человека составляют вода и углерод. Вода под воздействием излучения расщепляется на водород H и гидроксильную группу OH, которые либо непосредственно, либо через цепь вторичных превращений образуют продукты с высокой химической активностью: гидратный оксид HO_2 и пероксид водорода H_2O_2 . Эти соединения взаимодействуют с молекулами органического вещества ткани, окисляя и разрушая ее.

В результате воздействия ионизирующих излучений нарушается нормальное течение биохимических процессов и обмен веществ в организме. В зависимости от величины поглощенной дозы излучения и от индивидуальных особенностей организма вызванные изменения могут быть обратимыми или необратимыми. При небольших дозах пораженная ткань восстанавливает свою функциональную деятельность. Большие дозы при длительном воздействии могут вызвать необратимое поражение отдельных органов или всего организма (лучевое заболевание). Биологическое действие ионизирующего излучения зависит от величины дозы и времени воздействия излучения, от вида радиации, размеров облучаемой поверхности и индивидуальных особенностей организма.

Действие ионизирующих излучений на людей и ЖИВОТНЫХ



Лекция 6.

Психология восприятия риска.

**МАСТЕРА
ПСИХОЛОГИИ**

Е. П. Ильин

ПСИХОЛОГИЯ РИСКА

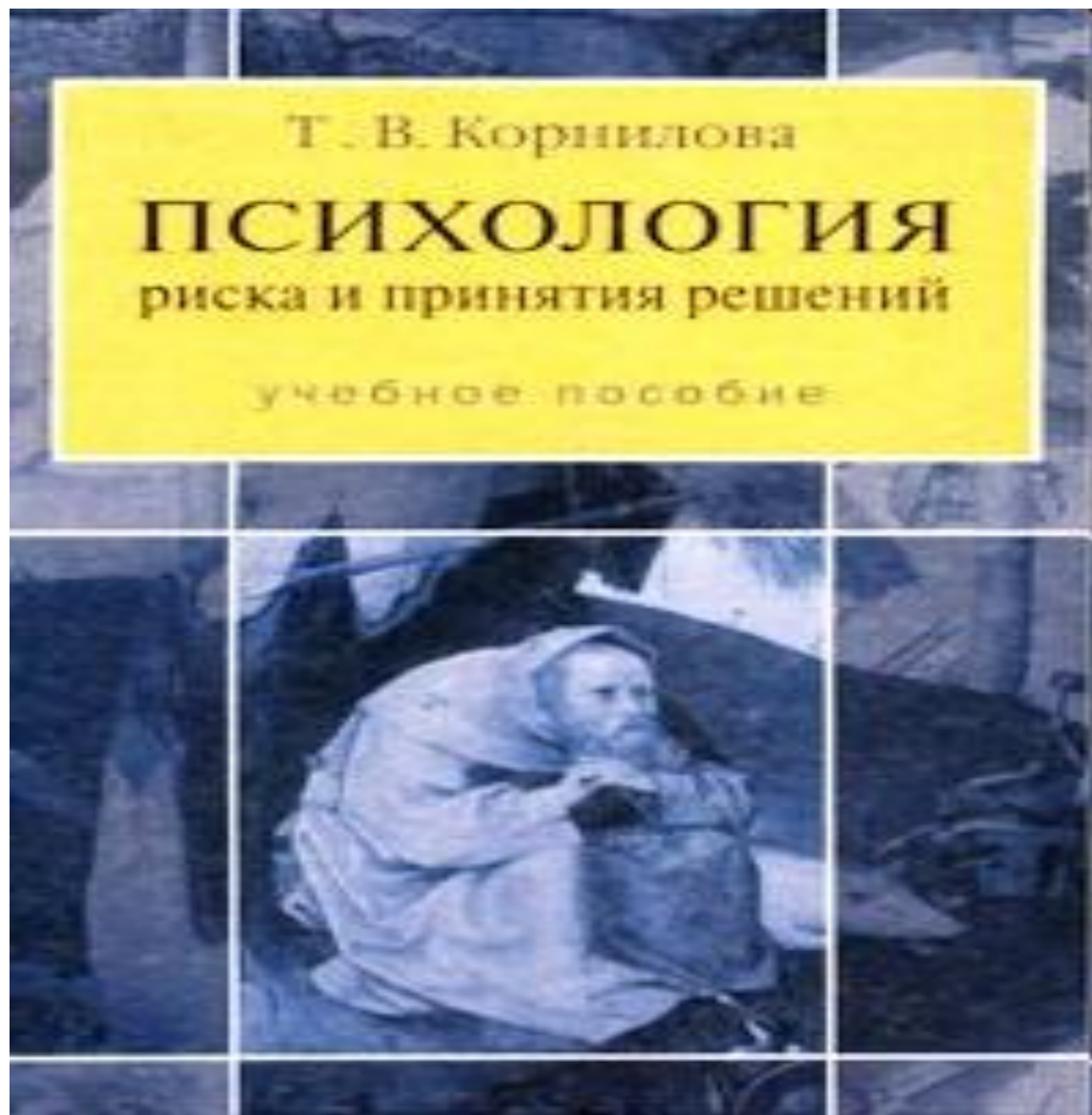


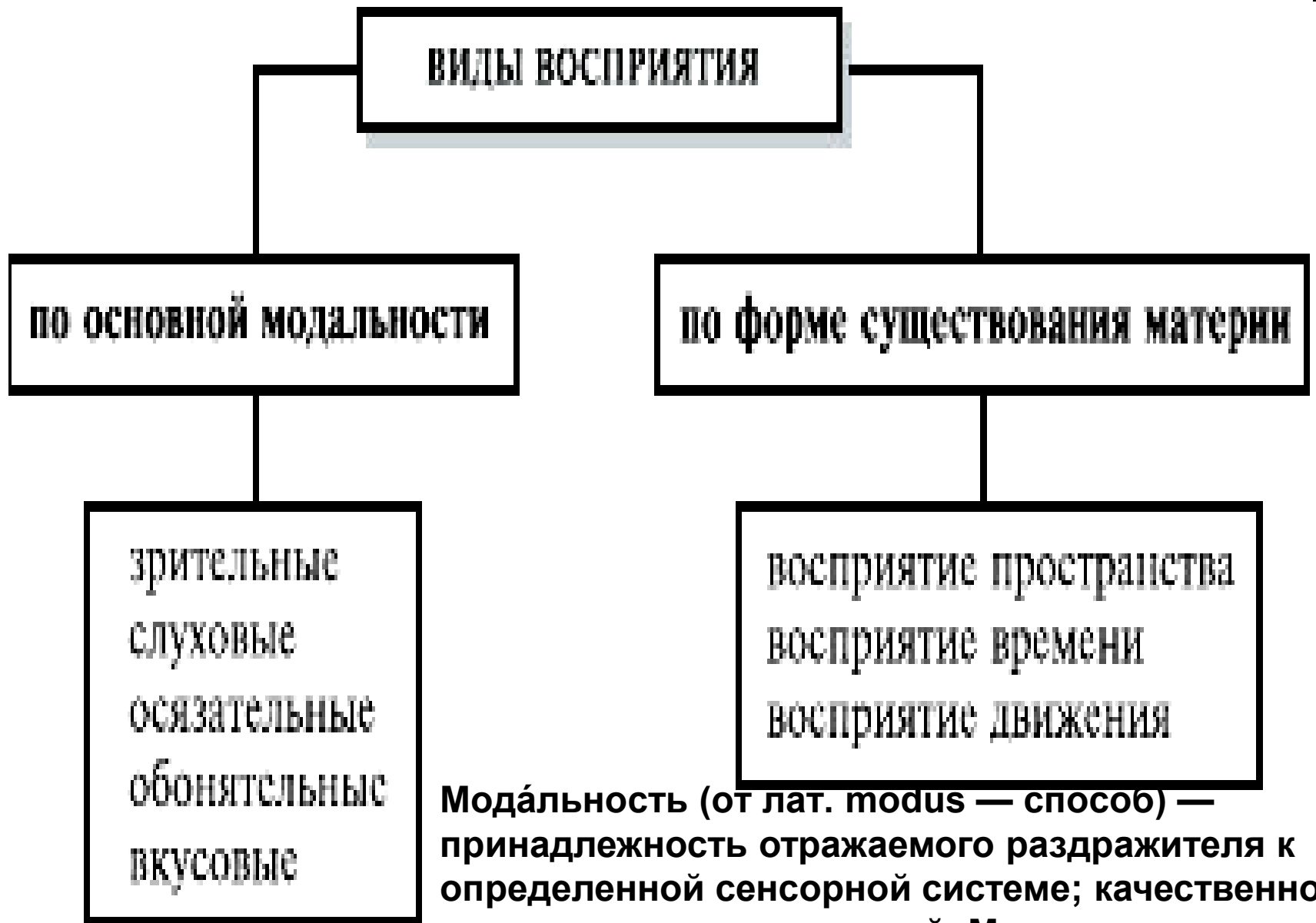
 **ПИТЕР®**

Т. В. Корнилова

ПСИХОЛОГИЯ риска и принятия решений

учебное пособие





Модальность (от лат. *modus* — способ) — принадлежность отражаемого раздражителя к определенной сенсорной системе; качественность определенности ощущений. Модальность обусловлена строением органов чувств и особенностями среды, воздействующей на них.

Риск — ситуативная характеристика деятельности, состоящая в неопределенности ее исхода и возможных неблагоприятных последствиях в случае неуспеха. В психологии термину „риск“ соответствуют три основных взаимосвязанных значения:

- **1) риск как мера ожидаемого неблагоприятного исхода при неуспехе в деятельности, определяемая сочетанием вероятности неуспеха и степени неблагоприятных последствий в этом случае;**
- **2) риск как действие, в том или ином отношении грозящее субъекту потерей (проигрышем, травмой, ущербом);**
- **3) риск как ситуация выбора между двумя возможными вариантами действия: менее привлекательным, однако более надежным, и более привлекательным, но менее надежным (исход которого проблематичен и связан с возможными неблагоприятными последствиями).**

- **С давних пор человек стремился оценивать степень риска. Еще древние люди, играя в азартные игры, например в кости, оценивали риски. Сцены этой игры обнаружены и в египетских гробницах, и на античных греческих вазах.**
- **В 1738 г. Д. Бернулли опубликовал в «Известиях Императорской Санкт-Петербургской Академии наук» статью «Изложение новой теории об измерении риска», где высказывает мысль, что риск воспринимается каждым человеком по-своему, оценивается неодинаково. Каждый субъект реагирует на риск в соответствии со своей системой ценностей. Таким образом, проблему оценки риска Д. Бернулли повернул в сторону психологии.**
- **В XIX в. категория «риск» стала использоваться в области права (к примеру, рискованный договор, по которому сторона, рассчитывающая на получение выгоды, рискует тем, что произведенные ею затраты могут не окупиться, и т. п.).**

- Проблема риска привлекла внимание широких научных кругов в начале XX в., после выхода книги Ф. Найта «Риск, неопределенность и прибыль». С 1920-х гг. начали проводиться исследования анализа риска в коммерции, медицине, технологии и т. д. Отдельные исследования риска проводились и социологами, к примеру изучался риск информационной изоляции (Зубков В. И., 1998). Начало систематического научного изучения этого феномена относится ко второй половине XX в., когда формируются представления о вероятностном характере природных и общественных тенденций, вырабатывается соответствующий решению реальных нужд математический аппарат, накапливаются статистические данные.
- До конца 1960-х гг. риск воспринимался прежде всего количественно, как атрибут технологий и вероятность определенного ущерба в координатах пространства и времени. Затем, особенно с возникновением рискологической проблематики в психологии, он начинает изучаться и качественно. Неклассическую теорию риска разработали в 1920-1930-х гг. экономисты А. Маршал и А. Пигу (теория кризиса). Изучение риска с этих позиций позволило преодолеть несоответствие между одномерной «технической» логикой исчисления риска и многомерностью человеческого поведения в рискованных ситуациях.

- **Страховщикам и биржевикам давно известно, что разные люди имеют различную склонность к риску. Хотя большинство людей уклоняются от рисков и готовы их принимать лишь по зрелом размышлении, проведении расчетов и соотнесении риска с доходностью, есть люди, которые любят рисковать, а есть те, кто не выносит риска. У одних имеется установка на осторожность (например, в Японии есть пословица: «Прежде чем дать подзатыльник, посмотри, чей затылок»), у других – установка на риск (французская пословица: «Риск – благородное дело»). В зависимости от этого различают «перестраховщиков» и «смельчаков». Первые испытывают отвращение к риску во всех случаях принятия решений. Они семь раз отмерят и один раз отрежут. Вторые любят рисковать, поскольку риск имеет для них положительную ценность (риск ради риска). «Перестраховщик» будет избегать риска как в личной жизни, так и в профессиональной деятельности, а «смельчак», наоборот, – стремиться к нему.**
- **Существует также группа людей, проявляющих безразличие к риску. Для людей, образующих эту группу, безразлично, что выбрать – определенный результат с заданным исходом или ряд рискованных вариантов с одним и тем же математическим ожиданием.**

- **Психоаналитики начала XX в. (вслед за Зигмундом Фрейдом) считали, что преодоление естественных страхов нельзя считать нормальным явлением, поэтому люди, любящие рисковать, имеют патологию мозга. Исследователи того времени пришли к выводу, что все любители рисковать делают это без какой-либо причины, а людей, склонных к риску, причислили к числу больных, имеющих склонность к самоубийствам или скрытое чувство мужской неполноценности. Они также считали, например, альпинистов людьми, не имеющими логики, и даже с отклонениями. Психологи, одержимые идеей «хорошего» (послушного) мальчика, традиционно были склонны оценивать «рисковость» отрицательно, связывая ее с невротизмом, тревожностью и незрелостью.**
- **Однако очевидно, что «без тяги к освоению необычного человеческий род не мог бы развиваться и распространиться по Земле. Охота и война, коими занимались в первую очередь мужчины, невозможны без авантюризма. Стремление к достижению и любовь к новизне и риску – классические нормативные мужские качества» (Кон И. С, 2010).**



Паникер -
находка для "зеленых"

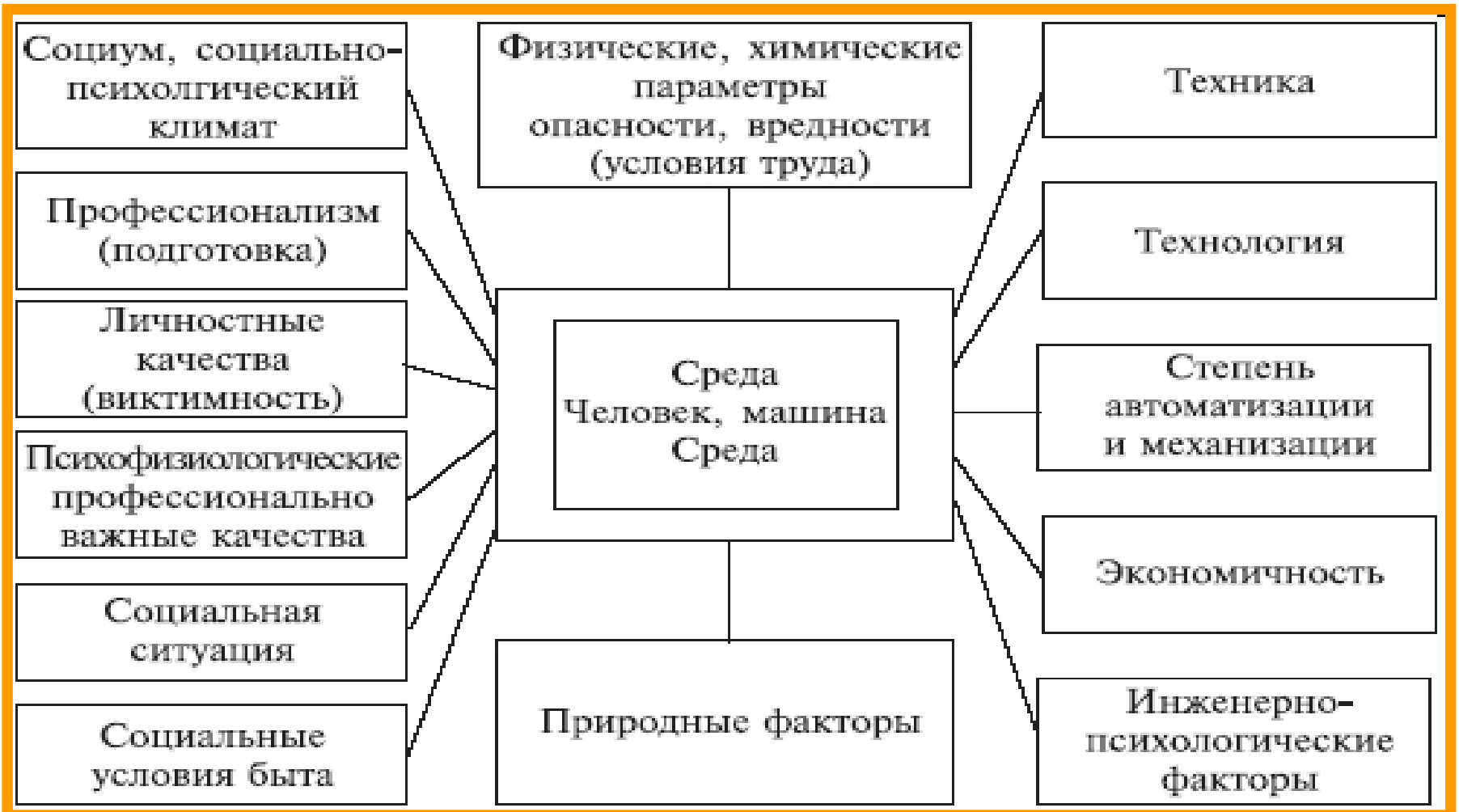
Рейтинг экстремальных профессий.

Экстремальная профессия – это море адреналина по колено и довольно часто – риск гибели или серьезных травм. Многим почему-то кажется, что экстремальная – значит овеянная ореолом романтики. Романтики каждому достается в разных количествах. Перед вами – хит-парад самых экстремальных профессий. Начнем с наименее опасных.

- **Восьмое место – Дед Мороз . Работает над поддержанием легенды, что Дед Мороз – настоящий и живет в Лапландии. Рискует собственным здоровьем и печенью. В течение предновогодней недели Деду Морозу приходится пить такое количество смешанных напитков, что его остается только пожалеть.**
- **Седьмое место – ветеринар. Занимается милыми домашними питомцами – собаками, кошечками, крокодильчиками. Постоянно подвергается укусам своих пациентов.**
- **Шестое место – контролер общественного транспорта. Проверяет билетки. Рискует прежде всего своей нервной системой: в течение рабочего дня у контролера случается от одного до десятка конфликтов с пассажирами. Кроме того, контролеры запросто могут оказаться избитыми и ограбленными.**
- **Пятое место – полярник . Работает на метеостанциях, вовлечен в экологическую деятельность и т. д. Рискует собственной психикой: командировки на Северный полюс длятся от полугода до двух лет, в течение этого времени полярники испытывают страшный информационный голод. Погодные условия на станции тоже часто бывают близки к экстремальным.**
- **Четвертое место – вирусолог . Исследует вирусы, поэтому малейшая неаккуратность – и здравствуй, смертоносная инфекция.**

- **Третье место – стрингер. Внештатный корреспондент, обычно по «горячим точкам». Рискует собственной головой, которая может попасть под шальную пулю, а также собственным телом, которое может попасть в заложники.**
- **Второе место – шахтер. Регулярно уходит в забой (не путать с запоем, последнее, впрочем, тоже случается). Рискует попасть под обвал. Увы, шахтерская жизнь – не повод для веселья. Работа изнуряющая, пенсия с 45 лет, но даже до нее доживают не все. Аварии в угольных шахтах – явление очень частое. Самая крупная в мире авария произошла в Китае в 1942 г.: взрыв угольной пыли на шахте «Хинкейко» унес жизни 1572 человек.**
- **Первое место – каскадер. Занимается выполнением трюков на съемках и шоу. Рискует всевозможными частями тела, равно как и своим телом целиком. Пожалуй, не существует травм, которые бы не получали каскадеры. Типичные – ожоги, переломы, сотрясения мозга. У Джеки Чана, известного тем, что все трюки в своих фильмах он выполняет сам, не осталось такой части тела, которая не была бы хоть раз сломана. Полный список его травм впечатляет: среди них – выбитые зубы, поврежденный позвоночник, черепно-мозговая травма с кровоизлиянием в мозг. На съемках «Разборок в Бронксе» Джеки Чан сломал лодыжку. Врачи запретили наступать на загипсованную ногу. Но надо было продолжать съемки. И тогда он вернулся на съемочную площадку, а на распухшую больную ногу натянул белый носок, раскрасив его под кроссовку.**

Факторы, воздействующие на человека, управляющего потенциально опасной техникой



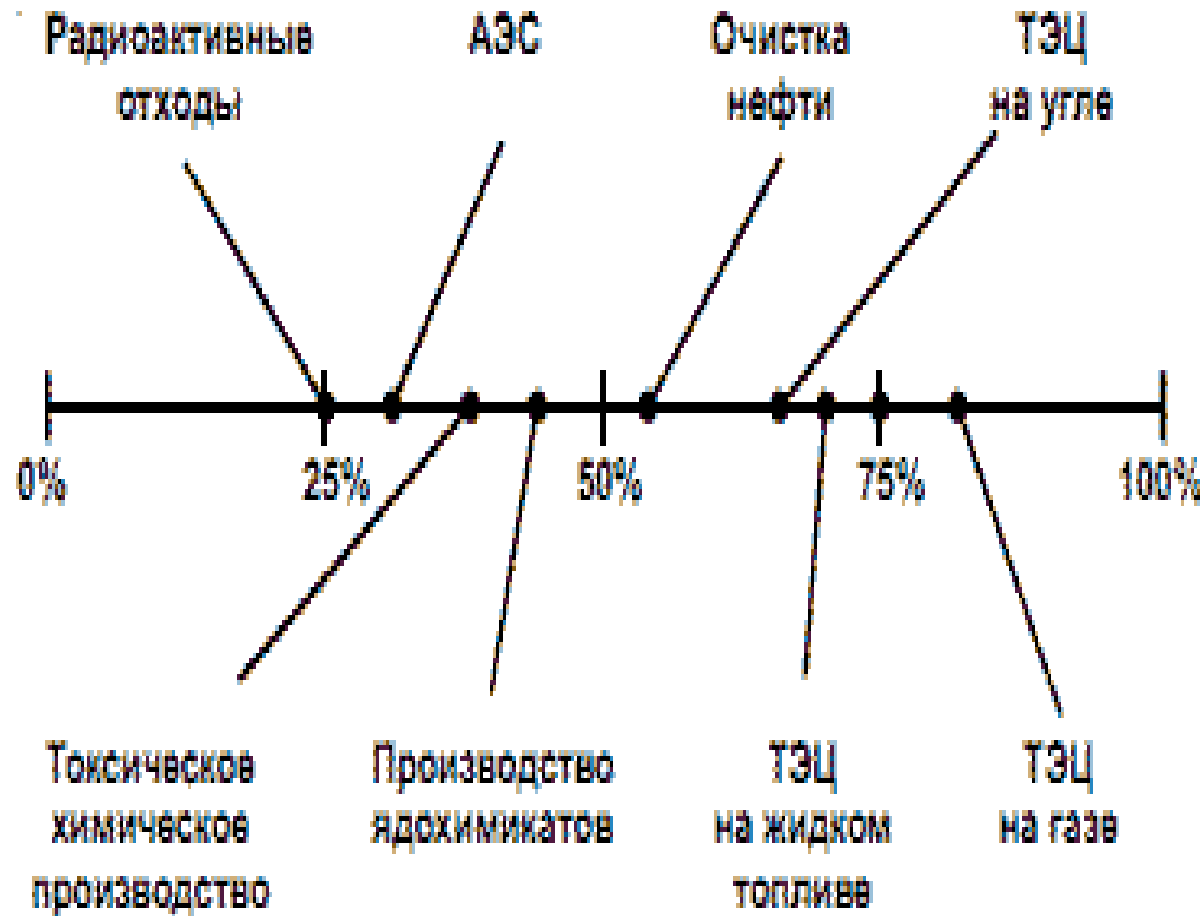
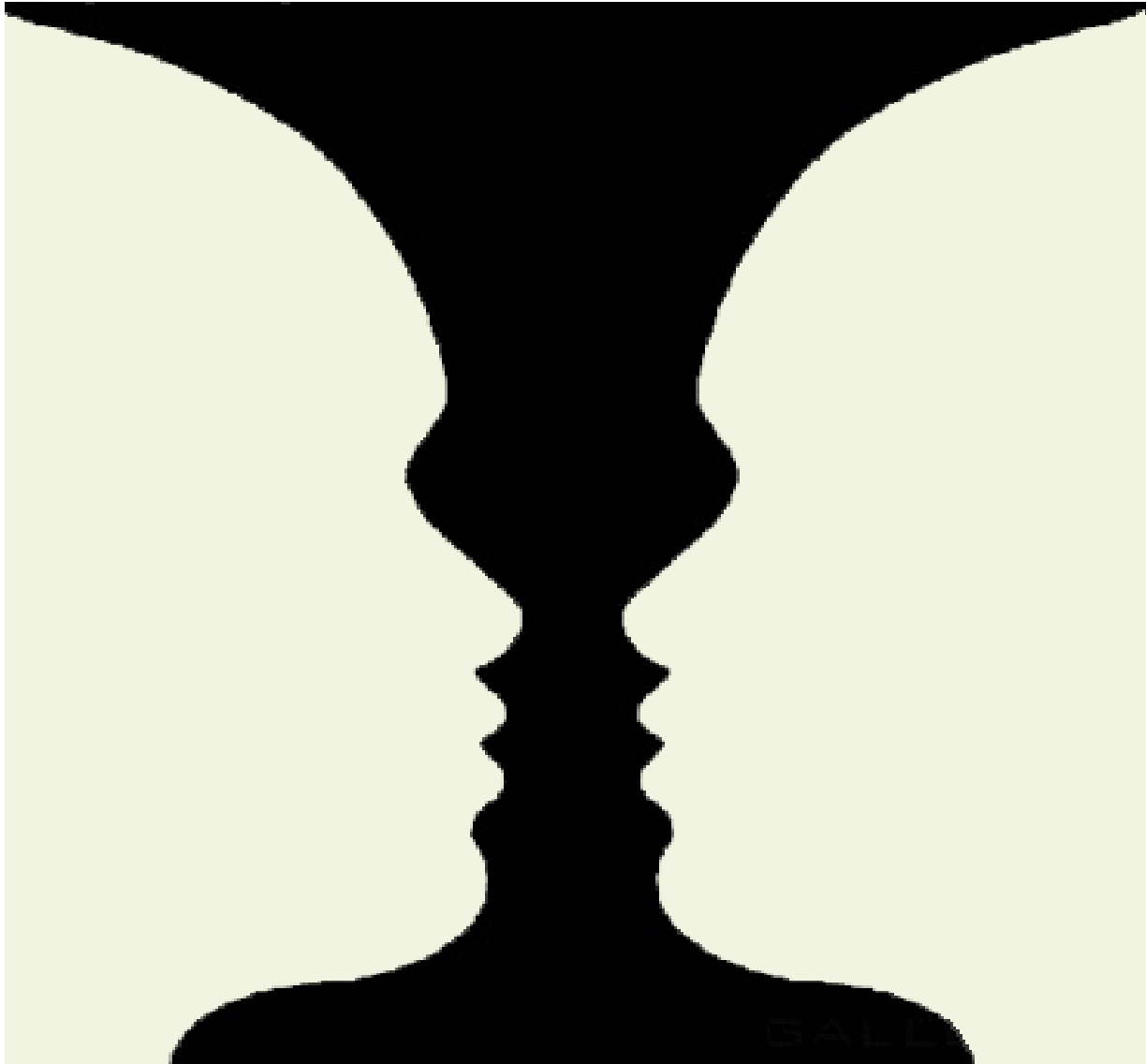


Рис. 8. Диаграмма усредненных оценок восприятия населением различной промышленной опасности [28]





Психологические аспекты восприятия риска

Согласно теории личности и личностного роста, разработанной одним из основателей так называемой гуманистической психологии А. Маслоу, всем индивидуумам присущи не только физиологические, но и психологические потребности. Последние, наряду с физиологическими потребностями, должны удовлетворяться для сохранения здоровья. В число психологических потребностей входит потребность в безопасности, ее роль и положение относительно других потребностей играют важнейшую роль в понимании психологической основы восприятия риска.

Потребность в безопасности имеет собственную внутреннюю структуру — она включает не только обеспечение физической безопасности, но также достижение чувства защищенности от физических и эмоциональных угроз. Чувство эмоциональной безопасности (комфорта) можно считать очень близким к чувству защищенности от болезни. Потребность в эмоциональной безопасности в весьма значительной степени определяет восприятие риска.

При исследовании психологических аспектов риска следует учитывать изученный Маслоу феномен, названный им «комплексом Ионы». Этот термин характеризует отказ человека от деятельности по полной реализации своих способностей. Подобно библейскому пророку Ионе, стремившемуся избежать ответственности пророчества, большинство людей действительно не желают использовать свои способности в максимальной степени. Вместо того чтобы преследовать цели, для достижения которых требуется полнота собственного развития, они предпочитают умеренность и ограниченность в целях.

Факторы восприятия риска

Выявлением и изучением факторов, определяющих восприятие риска, занимаются психологи и социальные психологи. Важнейшая цель этих исследований состоит в том, чтобы установить связь 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. Психологи установили, что уровень риска далеко не единственный фактор, влияющий на восприятие риска. Специально ставившиеся опыты показали, что это восприятие зависит от многочисленных факторов, с которыми приходится считаться.

- **Фактор катастрофичности** означает, что события, в результате которых появляются человеческие жертвы, сгруппированные во времени и пространстве (например, взрыв на химическом комбинате), вызывают усиленное восприятие риска по сравнению с событиями, жертвы которых рассеяны по пространству и времени. Пример последних — аварии автомобильного транспорта.
- Влияние **фактора знакомства** приводит к тому, что риски, вызванные мало или совсем неизвестными явлениями или процессами, воспринимаются с трудом. Так, большинство людей не знают, почему использование некоторых веществ (фреона и других фтороводородов) влечет за собой истощение озонового слоя Земли, зато они хорошо знакомы с последствиями удара молнии.

- **Фактор *понимания*** обусловлен тем, насколько данные явления или процессы понятны простым людям. Чем меньше понимание, тем больше внутренняя обеспокоенность и недоверие и, как следствие, меньшая склонность воспринимать соответствующий риск. Например, степень восприятия риска, связанного с воздействием радиации, существенно ниже, нежели риска, которому подвергается переходящий улицу пешеход.

- **Фактор неопределенности** в последствиях событий или процессов вызывает обострение воспринимаемого риска. Чем меньшим объемом имеющихся научных данных характеризуется событие или процесс, тем интенсивнее восприятие обусловленного им риска. Примером могут служить проекты создания хранилищ высокорadioактивных отходов в геологических формациях, в которых содержится целый ряд неопределенностей, связанных прежде всего с необходимостью обеспечить экологическую безопасность в течение исключительного большого срока — порядка 10 тыс. лет.
- **Фактор контролируемости** действий или событий на восприятие риска проявляется в виде осознаваемой индивидуумом возможности влиять на то действие (событие), в которое он вовлечен. Если человек находится в ситуации, развитие которой происходит независимо от его личного контроля, он склонен к большему беспокойству за последствия этого развития, его восприятие риска интенсифицировано. Исследования, в частности, показывают, что человек за рулем автомобиля воспринимает риск попасть в аварию в меньшей степени, чем его пассажир.

- **Фактор добровольности** подвергнуться риску весьма существенно действует на его восприятие. Люди гораздо меньше задумываются о риске, если они идут на него по собственной воле. Увлечение альпинизмом или солнечным загаром сопряжено с немалыми опасностями, однако в этих случаях проблем с восприятием риска нет, поскольку действует пословица “охота пуще неволи”. Напротив, экологические риски, обусловленные, например, загрязнением питьевой воды или воздуха воспринимаются болезненно, так как они отнюдь не являются добровольными.
- **Фактор воздействия на детей** приводит к усиленному восприятию риска, вызванного такими событиями или процессами, последствия которых сказываются в первую очередь на детях. Примером может служить опасность попадания пестицидов или иных токсикантов в продукты, предназначенные для детского питания.

- **Фактор времени проявления эффектов** связан с тем, что последствия опасных событий различны по скорости их развития — они бывают как немедленными, так и задержанными. Исследования показывают, что восприятие риска, обусловленного задержанными эффектами, более интенсивно, чем восприятие риска от немедленных эффектов.
- **Фактор идентифицируемости жертв** проявляется в различном отношении людей к конкретным лицам, пострадавшим в опасных ситуациях, и к так называемым статистическим (неидентифицируемым) жертвам. Риск группы шахтеров, оказавшихся в завале на глубине, воспринимается значительно острее, когда известно время и место катастрофы, по сравнению с восприятием статистических сведений о среднем числе шахтеров, погибающих под землей ежегодно.

- **Фактор *устрашения*** означает, что риск воспринимается особым образом, если вместе с его восприятием появляется чувство сильной тревоги, страха и ужаса. Примером такой реакции является обостренное чувство опасности от возможности повторения катастрофы типа чернойбыльской.
- **Фактор *обратимости*** опасных событий или процессов по-разному влияет на восприятие вызванного ими риска в зависимости от того, обратимы они или нет. Необратимые события (например, кислотный дождь) характеризуются усиленным восприятием риска, обратимые (например, перелом ноги лыжника при неудачном спуске с горы) — ослабленным.

- **Под фактором *доверия*** понимают доверие ответственным за управление риском институтам. Этот фактор ослабляет восприятие риска при достаточно высоком уровне этого доверия, и, напротив, усиливает воспринимаемый риск в случае дефицита доверия к указанным институтам. Исследования общественного мнения, проведенные в США, показали, что Департамент энергетики, ответственный за эксплуатацию и развитие атомных электростанций, перестал вызывать должное доверие. Следствием этого оказался значительный рост сомнений в надежности ядерной энергетики. Иными словами, стал больше воспринимаемый американцами риск, обусловленный возможностью аварий на АЭС.

- **Фактор внимания средств массовой информации** имеет особое значение в связи быстрым развитием телевидения, средств коммуникации и компьютерных сетей. Если средства массовой информации совсем не уделяют внимания каким либо опасным событиям или информируют о них в незначительной мере, то восприятие риска этих событий как бы заторможено. Но стоит сведениям о таких событиях появиться в заголовках новостей, как соответствующие риски переходят на значительно более высокий уровень восприятия.

- Влияние фактора *предшествующей истории несчастных случаев* заключается в том, что риск деятельности, в ходе развития которой не было ни крупных аварий (катастроф), ни даже сравнительно мелких несчастных случаев, воспринимается как малосущественный. Наоборот, если в истории производства или иной деятельности были как небольшие аварии, так и катастрофы, то риск воспринимается как весьма серьезный. Так, новая отрасль технологии — генная инженерия — имеет совсем короткую историю, в ней еще нет никаких фатальных происшествий. Поэтому люди не относят ее риск к разряду важных (хотя на самом деле это может быть неверным). История ядерной энергетики включает, как известно, несколько очень крупных аварий, следствием этого является подчеркнутое восприятие ее риска.

- **Фактор справедливости** приводит к существенно различному отношению к опасному событию или процессу в зависимости от того, как распределяется соответствующий риск между членами общества. Если риск распределен более или менее равномерно, то влияние этого фактора невелико, однако оно резко увеличивается при явно неравномерном распределении риска.
- **Фактор выгоды** зависит от того, насколько очевидна польза, которую предполагается извлечь в результате воздействия риска. Если эта польза ясна, то влияние фактора выгоды мало, в противном же случае — велико. Фактор *личной вовлеченности* прямо пропорционален степени подверженности риску отдельного (данного) 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 явлениями природы или проявлением высших сил (Бога).

**Рейтинги восприятия источников повышенной опасности представителями
трех социальных групп США в сравнении со статистическими данными**

Женщины	Студенты	Бизнесмены	Статистика
1. Ядерная энергетика	1. Ядерная энергетика	1. Огнестрельное оружие	1. Курение
2. Автомобили	2. Огнестрельное оружие	2. Мотоциклы	2. Алкоголь
3. Огнестрельное оружие	3. Курение	3. Автомобили	3. Автомобили
4. Курение	4. Пестициды	4. Курение	4. Огнестрельное оружие
5. Мотоциклы	5. Антибиотики	5. Алкоголь	5. Электричество
6. Алкоголь	6. Мотоциклы	6. Пожары	6. Мотоциклы
7. Авиация	7. Алкоголь	7. Работа в полиции	7. Плавание
8. Работа в полиции	8. Работа в полиции	8. Ядерная энергетика	8. Хирургические операции

Механизмы восприятия риска.

- *Принцип асимметрии*

- Эксперименты по восприятию сопряженных с риском событий и процессов показали, что при обработке получаемой информации люди по-разному относятся к «хорошим» и «плохим» новостям. Оказалось, что человеческой психике присущ особый механизм, который значительно повышает чувствительность восприятия негативной информации. Этот механизм действует согласно так называемому принципу асимметрии, который проявляется в том, что «плохие» новости отфильтровываются от «хороши». По мнению Пола Словича, причины такой фильтрации заключаются в следующем. Во-первых, по сравнению с положительными событиями отрицательные события представляются более зримыми, более эффектными, более выпуклыми. Это означает, что негативные события (катастрофы, аварии, разоблачение лжи или преступных действий, выявление ошибок) значительно чаще принимают более четкую и определенную форму. Положительные события, как правило, характеризуются нечеткой и даже расплывчатой формой.

- **Во-вторых, когда вниманию общественности предоставляются различные факты, то те из них, которые являются отрицательными, несут на себе больший «вес» и производят больший эффект. В-третьих, люди склонны полагать, что источники «плохих» новостей более надежны и в большей степени заслуживают доверия, нежели источники, из которых поступает положительная информация.**
- **Принцип асимметрии действует в процессе восприятия экологического риска. Его эффективность существенно усиливается в сочетании с другими механизмами восприятия, к которым относится так называемое социальное усиление риска.**

Социальное усиление риска

- **Исследования в области социальной психологии показали, что прохождение сообщений, несущих сведения о сопряженных с риском событиях, по информационным системам и каналам (прежде всего, через средства массовой информации), сопровождается изменениями нагрузки этих сообщений риском. Выделены два вида таких изменений: во-первых, сигналы о риске могут стать усиленными или ослабленными, и, во-вторых, эти сигналы бывают как бы «отфильтрованными». Последнее означает, что из сообщений могут быть удалены признаки риска или все то, что подчеркивает их важность.**

Лекция 7.

Управление экологическими рисками.

УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ - 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.

Люди управляют риском уже около четырех тысячелетий. Известно, что примерно 3900 лет назад в древней Месопотамии уже проводилось страхование имущества. В своде законов царя Хамураппи, датированном 1950 г. до нашей эры, были записаны правила выдачи ссуд под залог корабля, которые предусматривали страховой риск и выплату соответствующей суммы в случае гибели судна и потери его груза. Этот вид страхования был развит позже в Древней Греции. Первый страховой полис, страховавший человеческую жизнь, появился много позже — в 1583 г. в Англии.

Первым законодательным актом, нацеленным на снижение экологического риска, можно считать указ английского короля Эдуарда I, подписанный им более семисот лет назад, в 1285 г. Этот указ запрещал сжигать в печах, служивших для обжига и сушки кирпича, так называемый «мягкий» уголь, в котором много загрязняющих воздух примесей.

- **Управление рисками осуществляется различными способами с использованием различных механизмов. Важнейшими из этих способов являются экономические методы регулирования, которые реализуются в жизни посредством разнообразных экономических механизмов. В общем случае экономические механизмы управления рисками чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера представляют собой правовые, методические, организационные, технологические методы, приемы и порядки применения экономических средств для регулирования уровня безопасности, а также воздействия на экономические процессы, связанные с предупреждением и ликвидацией чрезвычайных ситуаций.**

С целью предотвращения или уменьшения риска разрабатываются многочисленные и разнообразные документы, сферы действия которых могут ограничиваться каким-нибудь одним предприятием, а могут распространяться и на всю страну. К таким документам относятся законодательные акты и нормативы, направленные на охрану здоровья, улучшение условий труда, снижение загрязнения среды обитания, обеспечение безопасности на дорогах, стандартизацию качества продаваемых товаров и т.д. Всем известная надпись на сигаретных пачках «Минздрав предупреждает: курение опасно для вашего здоровья» представляет собой пример простейшей меры по снижению риска.



Допустимые и пренебрежимые риски угрозы здоровью.

Использование в законодательстве параметров риска требует точного количественного определения двух важнейших понятий — *максимально допустимого риска* и *пренебрежимо малого (безусловно приемлемого) риска*. Риск признается пренебрежимым, если его уровень в силу своей малости не может быть надежно выявлен на фоне уже имеющихся рисков.

- **Существуют понятия приемлемого, добровольного риска или риска по принуждению.**
- **Приемлемый (допустимый) риск** – это такая минимальная величина риска, которая достижима по техническим, экономическим и технологическим возможностям.
- **Приемлемый риск** сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет собой некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения.
- **Под добровольным риском понимается риск**, от которого человек может отказаться.
- В настоящее время в мире не может быть совершенно безопасного производства, поэтому **крупнейшие корпорации придерживаются концепции «приемлемого риска».**
- **Переход в политике обеспечения безопасности от принципа «абсолютной» безопасности или «нулевого» риска к принципу «приемлемого» риска - это качественно новый шаг не только в данной области.**

Для оценки допустимых индивидуальных рисков, связанных с опасными видами деятельности, в Великобритании используются так называемые критерии Эшби. Они представляют собой вероятность одного фатального случая (одной смерти) в год.

Критерии приемлемости риска (по Эшби)

Ранг риска	Вероятность одной смерти в год	Степень приемлемости
1	Не менее $1 \cdot 10^{-3}$	Риск неприемлем
2	10^{-4}	Риск приемлем лишь в особых обстоятельствах
3	10^{-5}	Требуется детальное обоснование приемлемости
4	10^{-6}	Риск приемлем без ограничений

В большинстве стран Западной Европы индивидуальный риск, которому подвергается население (а не работающий на производстве персонал), считается пренебрежимым, если его уровень не превышает величину 10^{-6} за год. Исключение составляют Нидерланды, где значение 10^{-6} в год считается максимально допустимым риском, а пренебрежимый риск зафиксирован на уровне 10^{-8} год⁻¹. В США индивидуальный допустимый риск, составляющий 10^{-6} , установлен не для одного года, а для всей жизни человека, средняя продолжительность которой принимается равной 70 годам. Следовательно, ежегодный индивидуальный допустимый риск составляет в США величину, равную $10^{-6}/70 = 1,43 \cdot 10^{-8}$ год⁻¹.

Согласно современным представлениям, мероприятия по обеспечению безопасности людей планируются, исходя из предположения, что в случае смерти человека экономический ущерб составит сумму, равную экономическому эквиваленту человеческой жизни.

Экономический эквивалент ущерба в результате травмирования обычно принимается равным 0,1 от экономического эквивалента человеческой жизни.

Экономический эквивалент человеческой жизни.

$$\mathcal{E}(t_{\text{ж}}) = \mathcal{E}_0 \cdot \exp\{- (t_{\text{ж}} - c)^b/a\}$$

$$\mathcal{E}_0 = \mathcal{E}(T_{\text{ж}})/\exp\{- (T_{\text{ж}} - c)^b/a\}$$

\mathcal{E}_0 – экономический эквивалент
жизни новорожденного;

$\mathcal{E}(t_{\text{ж}})$ – экономический эквивалент жизни
среднестатистического человека в
возрасте $t_{\text{ж}}$;

$T_{\text{ж}}$ - средний возраст живущих людей;

$a = 37,36$; $b = 1,5$; $c = 0$ – эмпирические параметры,
характеризующие возрастное распределение
живущих людей (б. СССР, 1985-1988 гг.).

В 1985-1988гг. \mathcal{E}_0 составлял 379000 рублей, или
1890 тонн пшеницы.

Оценка стоимости человеческой жизни представляет большую сложность. Средняя стоимость жизни человека является функцией многих параметров, таких как экономический уровень страны, средний доход населения, продолжительность жизни, трудовой стаж, профессиональная подготовка и т.д. Поэтому имеющиеся в литературе оценки различаются на целые порядки.

Страна	Стоимость человеческой жизни
США	3-5 млн. \$ США
Англия	2,8 млн. \$ США
Канада	3,6 млн. \$ США
Австралия	3,3 млн. \$ США
Япония	7,6 млн. \$ США

Верхняя граница допустимого риска (максимально допустимый риск) различна у населения и персонала, работающего во вредных условиях. В России максимально допустимый индивидуальный риск для техногенного облучения лиц из персонала принят равным $1,0 \cdot 10^{-3}$ за год, а для населения — $5,0 \cdot 10^{-5}$ за год (последняя величина в 50 раз превышает уровень пренебрежимого риска, который в Российской Федерации принят равным 10^{-6} за год).

Процесс управления риском базируется на результатах количественного оценивания риска, которое позволяет

- сопоставлять альтернативные проекты потенциально опасных объектов и технологий**
- выявлять наиболее опасные факторы риска, действующие на данном объекте**
- создавать базы данных и базы знаний для экспертных систем поддержки принятия технических решений и разработки нормативных документов**
- определять приоритетные направления инвестиций, направленных на снижение риска и уменьшение опасности.**

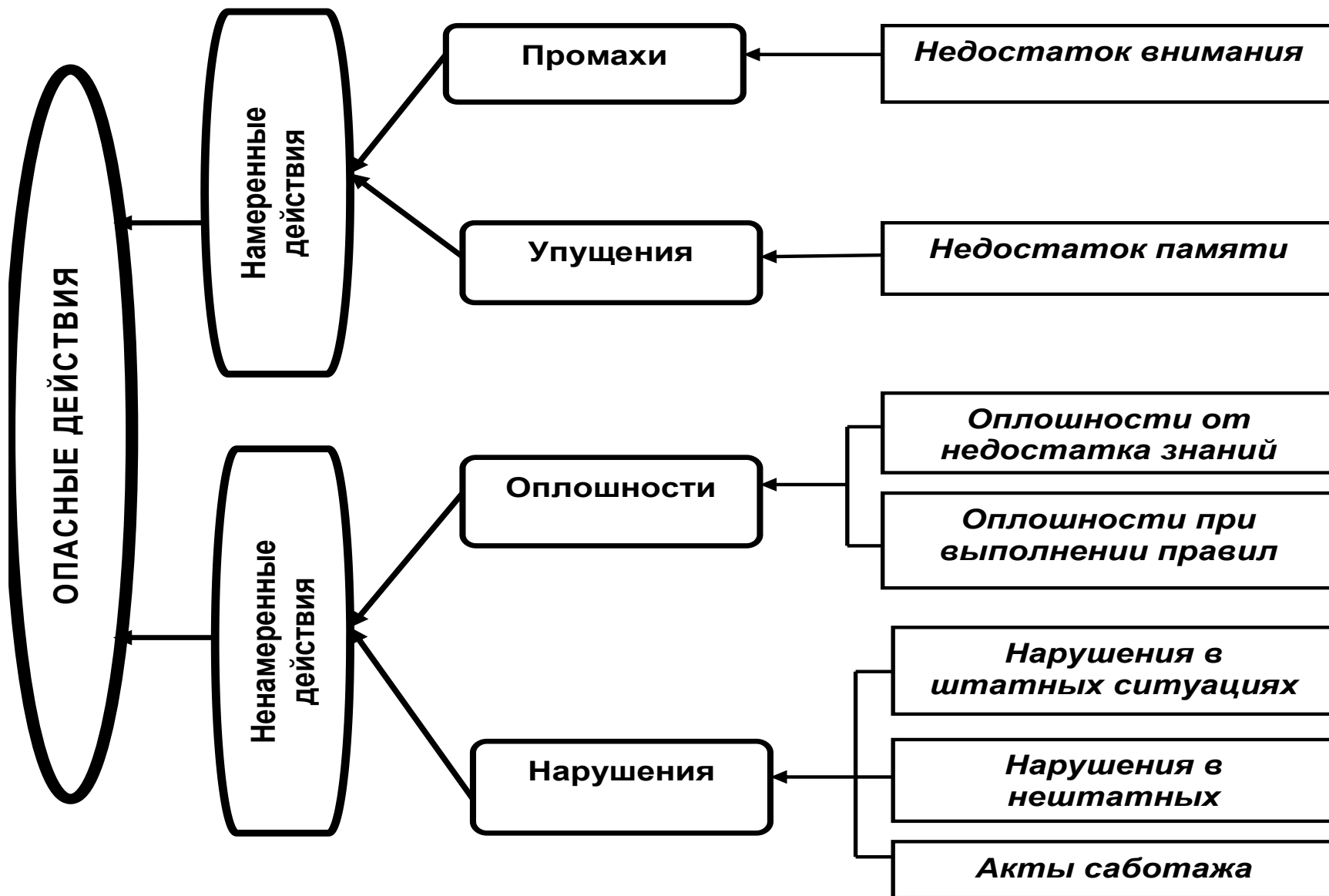
Существенным этапом процесса поиска вариантов снижения риска является прогнозирование изменения параметров имеющейся ситуации и моделирование поведения рассматриваемого объекта. Под **научным прогнозом** понимают высказывание в виде вероятностного утверждения о зависящем от неопределенных или неизвестных факторов поведении некоторой системы в будущем, сделанное на основании изучения и обобщения опыта прошлого с использованием интуитивных представлений о развитии данной системы в будущем. Научные прогнозы делаются **экспертами** — специалистами в рассматриваемой области. В основе прогнозных экспертиз лежит особая научная дисциплина — **прогностика**. Часто вместо термина термина «научный прогноз» употребляют термин «экспертные оценки».

В настоящее время известно несколько десятков методов экспертных оценок, наиболее известный из них — коллективное обсуждение и согласование по *методу Дельфи*. Можно сказать, что создателями метода экспертных оценок были дельфийские оракулы, то есть жрецы храма Аполлона у подножия горы Парнас в Греции. Их предсказание о том или ином событии в античной Греции сообщалось народу только после того, как все члены совета мудрецов ознакомились со всеми обстоятельствами дела и обсудили их со всех сторон.

Роль человеческого фактора в оценках риска и в управлении им.

В процессе количественного оценивания риска и управления им значительные трудности вызываются наличием неопределенностей в характеристиках надежности персонала, занятого на потенциально опасных объектах. Такие техногенные катастрофы, как взрыв ядерного реактора на Чернобыльской АЭС или утечка токсичных газов на заводе по производству пестицидов в Бхопале (Индия), показали, что с помощью чисто инженерных, технологических или организационных методов решить проблему снижения риска не удастся. В значительной степени это связано с тем, что в подобных чрезвычайных ситуациях возникают не предусмотренные сценарии развития событий, в которых **реакция персонала является неадекватной**, вследствие чего выполняются ошибочные действия.

Классификация причин опасных действий персонала, могущих привести к техногенным чрезвычайным ситуациям



Цена риска и принцип оптимизации вариантов его снижения.

Социально-экономический ущерб Y , обусловленный воздействием на людей присутствующих в среде обитания опасных веществ, прямо пропорционален риску угрозы здоровью R :

$$Y = \alpha R,$$

где α — коэффициент пропорциональности, называемый *ценой риска*. Риск R измеряется числом случаев смерти на 1 млн. человек, проживающих в течение всей жизни (70 лет) в условиях данного риска, или же - количеством лет сокращения продолжительности жизни.

- Цена риска α определяется количеством денег, приходящимся на одну дополнительную смерть или — на один человеко-год сокращения продолжительности жизни. Использование цены риска позволяет перейти к монетарным показателям, то есть выразить социально-экономический ущерб, определяющий потери общества вследствие нанесенного ущерба здоровью, в денежных единицах.
- Средний суммарный риск смерти для населения развитых стран считается равным приблизительно 10^{-2} год⁻¹. Значительную долю (около 10%) от этой величины составляют вклады техногенных факторов (загрязнение среды обитания). В зарубежных публикациях цену риска часто нормируют на единицу социального риска, равную 1, и называют **ценой жизни** (точнее, одной среднестатистической жизни).

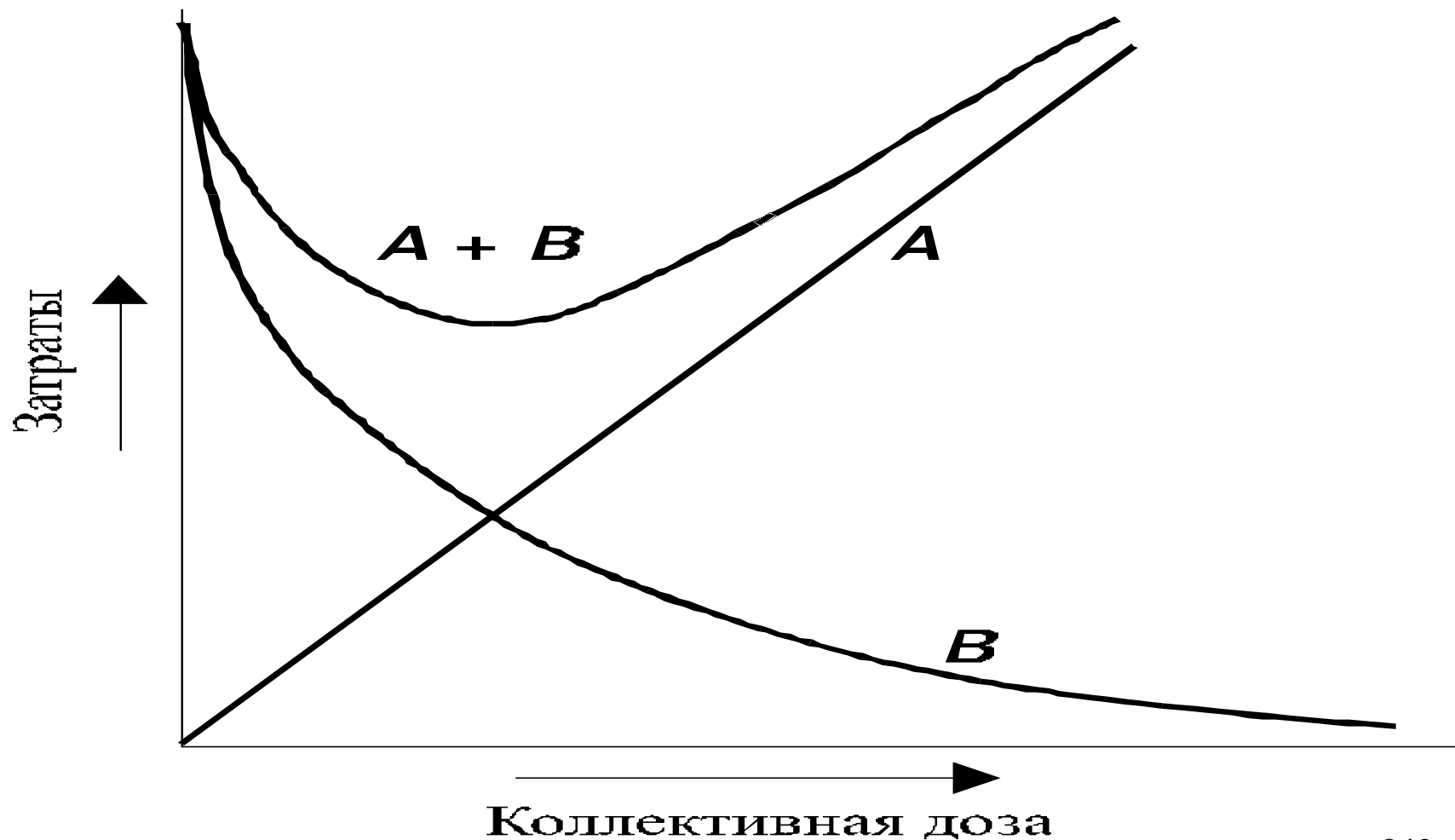
Несмотря на недостатки существующих теорий, оценки одной среднестатистической жизни в условиях действия рыночной экономики оказываются необходимыми. В зависимости от различных методов оценок, получаемые и публикуемые значения попадают в широкий диапазон значений. Для США и стран Европейского сообщества этот диапазон составляет от 0,5 до 7 млн. долларов. В качестве среднего (медианного) значения часто используется величина 3,2 млн. долларов за статистическую жизнь (70 лет) или приблизительно 45 тыс. долларов за один человеко-год.

- Одним из основных экономических методов, применяемых в процессе управления риском угрозы здоровью со стороны техногенных факторов, является анализ затрат и получаемых в результате выгод (**анализ «затраты-выгоды»**). Суть этого метода состоит в следующем. Сначала рассматриваются все варианты (сценарии) возможных действий и мер по снижению риска. Для каждого i -го сценария ($i = 1, 2, \dots, n$) вычисляются затраты W_i на его реализацию и планируемая при этом выгода V_i . Кроме того, для каждого сценария оцениваются значения так называемого остаточного остаточного риска R_i , к которому приведет осуществление i -го сценария. Чистый экономический эффект E_i для каждого сценария определяется разностью выгод и затрат:

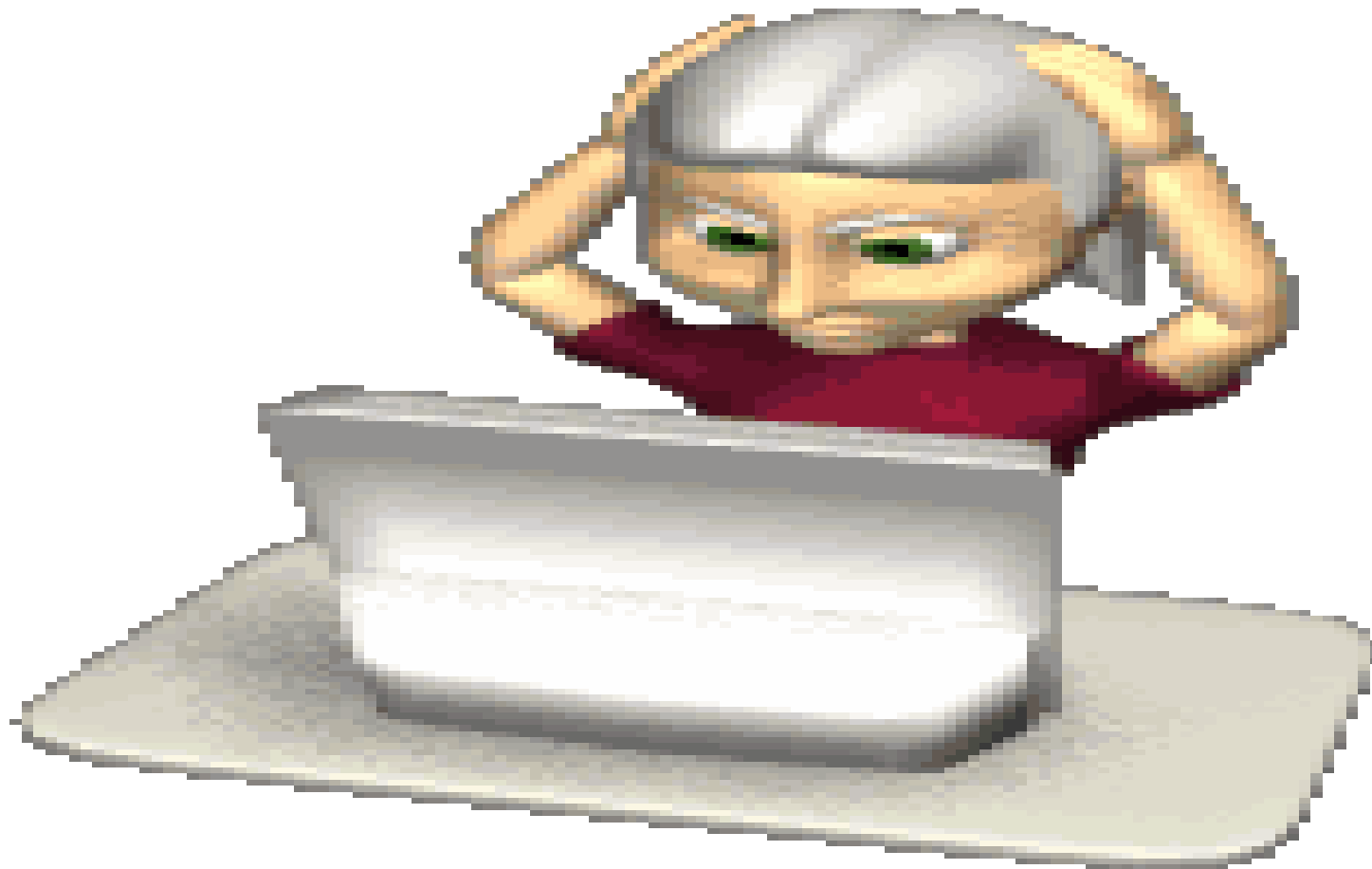
$$E_i = V_i - W_i$$

Принципом оптимизации заключается в нахождении минимума затрат, на которые может пойти общество с целью реализации данного вида деятельности. В случае радиационного риска минимальные расходы получают путем суммирования двух слагаемых: стоимости вреда для здоровья людей, который может быть причинен облучением при данном уровне радиационной защиты, и расходов на эту защиту. Очевидно, что таким вредом являются злокачественные новообразования и генетические заболевания. Можно допустить, как это делает Международная комиссия по радиационной защите (МКРЗ), что между полученной дозой и вероятностью возникновения злокачественных опухолей и наследственных нарушений существует прямая зависимость (линейная связь).

Зависимость цены здоровья (прямая A), затрат на радиационную защиту (кривая B) и суммы общих издержек ($A + B$) от величины коллективной дозы



Проблемы и методы управления техногенными рисками.



Алгоритм управления рисками

A vertical flowchart with seven light blue rectangular boxes connected by red downward-pointing arrows. The text in the boxes is as follows: 1. Алгоритм управления рисками; 2. Определение опасности; 3. Инвентаризация источников поступления агентов в окружающую среду; 4. Моделирование рассеяния и распространения агента; 5. Выбор рецепторных точек для мониторинга и расчета воздействующих концентраций; 6. Оценка индивидуального и популяционного рисков; 7. Оценка и представление составляющих риска по отдельным предприятиям и другим источникам, создающим вредные агенты.

Определение опасности


**Инвентаризация источников поступления агентов
в окружающую среду**

Моделирование рассеяния и распространения агента


**Выбор рецепторных точек для мониторинга и расчета
воздействующих концентраций**

Оценка индивидуального и популяционного рисков


**Оценка и представление составляющих риска по
отдельным предприятиям и другим источникам,
создающим вредные агенты**




Представление результатов оценки рисков в суммарном выражении



Оценка неопределенностей и погрешностей при анализе рисков



Определение объекта управления и цели управления риском



Составление перечня технических, организационных и социально-экономических средств управления риском для данного конкретного случая

Экологическое законодательство и стандарты — инструменты управления экологическими рисками

- Управление экологическими рисками производится путем разработки и применения нормативно-правовых актов, в которых устанавливается эколого-правовая ответственность. В России понятие эколого-правовой ответственности впервые было сформулировано в Законе РСФСР «О предприятиях и предпринимательской деятельности», в котором предусматривалось возмещение ущерба от загрязнения и нерационального использования природной среды. Затем это положение было развито в специальном Законе РСФСР «**Об охране окружающей природной среды**», где, в частности, устанавливались три типа ущерба, подлежащего компенсации:
 - ущерб, причиненный окружающей природной среде источником повышенной опасности;
 - ущерб, причиненный здоровью граждан неблагоприятным воздействием на окружающую природную среду;
 - ущерб, причиненный имуществу граждан.

Принятый в 1997 г. Закон Российской Федерации «**О промышленной безопасности опасных производственных объектов**» предусматривает, что предприятие, являющееся источником повышенной опасности, обязано обеспечить меры по защите населения и окружающей среды от опасных воздействий. В этом законе также вводится порядок лицензирования опасных производств и рассматриваются возможности отзыва или приостановления лицензии в случае невыполнения требований промышленной безопасности или несоответствия принятым нормативам. Кроме того, в этом законе впервые в России было введено обязательное **экологическое страхование**, представляющее собой страхование ответственности за причинение вреда (например, аварийного загрязнения окружающей среды) при эксплуатации опасного производственного объекта. Минимальный объем страховой ответственности предприятий определяется в зависимости от уровня опасности производства. Законом определено, что для наиболее опасных производственных объектов размер страховой суммы не может быть ниже 70 000 минимальных размеров оплаты труда (МРОТ), установленных законодательством Российской Федерации на день заключения договора о страховании. Экологическое страхование следует считать важной составной частью механизма управления экологическими рисками.

Управление экологическими рисками непосредственно связано с *экологическим менеджментом*. Понятие “система экологического менеджмента” впервые было определено и введено в специальном стандарте Великобритании BS 7750 (Environmental Management Systems) в 1992 г. Через несколько лет появились международные стандарты, устанавливавшие рекомендации по управлению качеством среды обитания, они составили так называемую серию **ISO 14000.**

- **Стандарты серии ISO 14000 послужили основой стандартов в области *экологического менеджмента*, принятых в Российской Федерации:**
- **ГОСТ Р ИСО 14001–98. Системы управления окружающей средой. Требования и руководство по применению.**
- **ГОСТ Р ИСО 14004–98. Системы управления окружающей средой. Общие руководящие указания по принципам, системам и средствам обеспечения функционирования.**
- **ГОСТ Р ИСО 14010–98. Руководящие указания по экологическому аудиту. Основные принципы.**
- **ГОСТ Р ИСО 14011–98. Руководящие указания по экологическому аудиту. Процедуры аудита. Проведение аудита для систем управления окружающей средой.**
- **ГОСТ Р ИСО 14012–98. Руководящие указания по экологическому аудиту. Квалификационные критерии для аудиторов в области экологии.**