

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет  
Кафедра метрологии и безопасности жизнедеятельности

# ТАКСОНОМИЯ ОПАСНОСТЕЙ. РИСК, КАК КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ОПАСНОСТЕЙ

ЛЕКЦИЯ № 2

В жизни нет гарантий, существуют одни вероятности.  
/Том Клэнси/

К.т.н., доцент Крайнюк Елена Владимировна





## План

1. Опасность. Классификация опасностей.
2. Риск. Виды риска. Риск как количественная мера опасности.



## ОПАСНОСТЬ

Центральное место в БЖД занимает опасность.

**Опасность – ситуация в окружающей (человека) среде, в которой при определенных условиях возможно возникновение факторов опасности, способных привести к одному или совокупности следующих нежелательных последствий для человека и окружающей среды:**

- отклонение здоровья человека от среднестатистического значения, то есть к заболеванию или смерти;
- ухудшение состояния окружающей среды, обусловленной нанесением материального или социального ущерба.

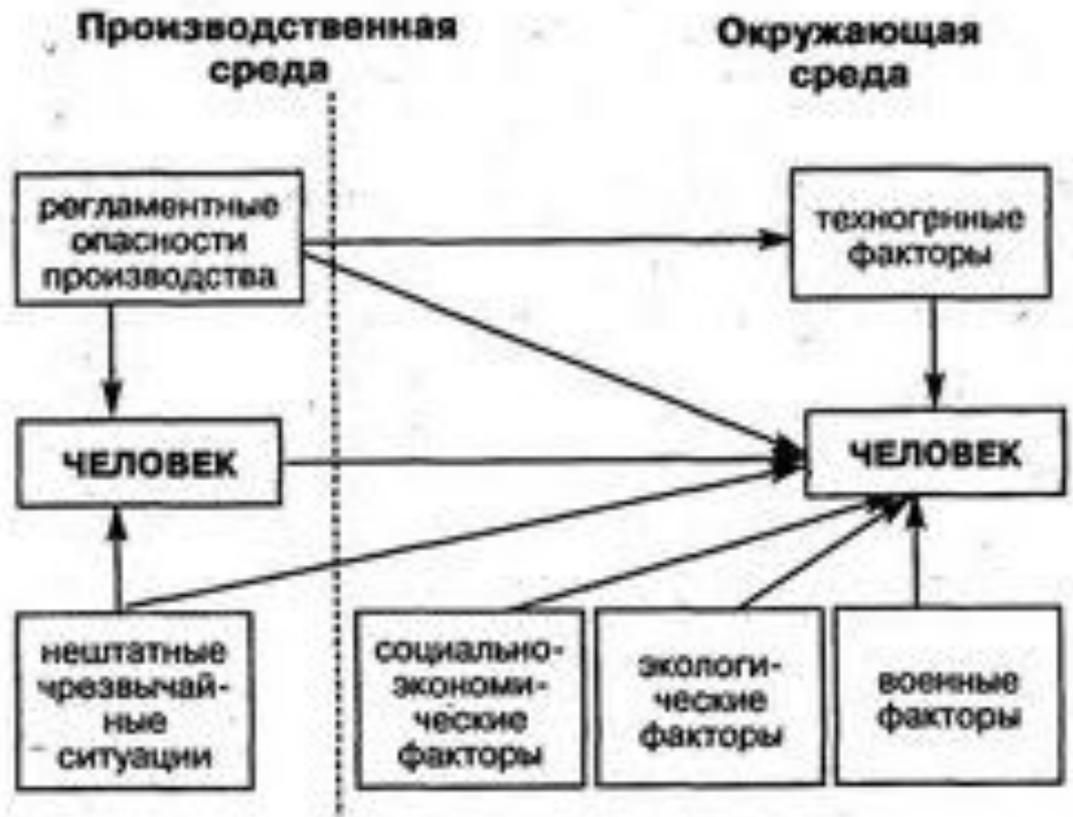


# Опасность

– это явления, процессы, объекты, способные наносить вред здоровью человека непосредственно или *побочно* (например, в результате ухудшения состояния окружающей среды).

Стоит различать:

- – **техногенно-производственные опасности**, обусловленные хозяйственной деятельностью человека;
- **природные экологические опасности**, обусловленные причинами природного характера;
- **социально-экономические опасности**, обусловленные причинами социального, экономического и психологического характера; военные опасности, обусловленные военными действиями, работой военно-промышленного комплекса, террористическими актами.



## Источники опасности:

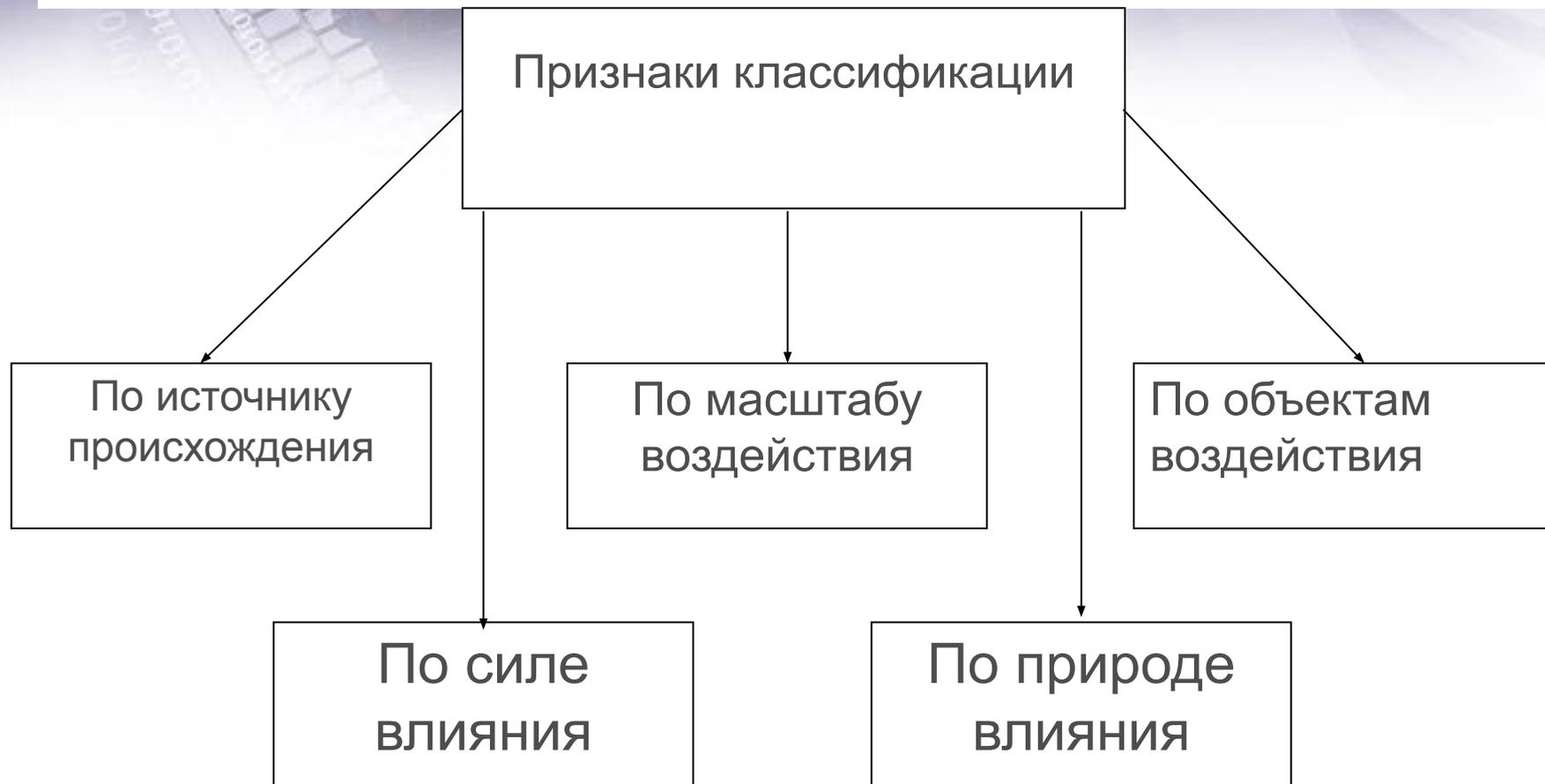
- деятельность человека;
- работа машины,
- техническое состояние системы;
- состояние окружающей среды.

# Таксономия опасностей

- (от греч. taxis – расположение друг за другом + nomos – закон) – это классификация и систематизация опасностей.



Классификация опасностей может осуществляться по нескольким признакам: По источникам происхождения (причинами возникновения); по масштабу действия; по объекту влияния; по силе влияния.



*По масштабам можно выделить такие опасности*

## Масштабы опасностей

```
graph TD; A[Масштабы опасностей] --> B[Точечные]; A --> C[Локальные]; A --> D[Региональные]; A --> E[Общие]
```

Точечные

Локальные

Региональ  
ые

Общие



## По масштабам

- **Точечные.** Влияют на небольшой площади на одно или несколько лиц. Примерами таких опасностей могут служить: удар молнии в отдельно расположенное дерево; падение тяжелого предмета с высоты. Такие опасности действуют одноразово и не имеют никаких последствий для других людей и окружающей среды.
- **Локальные.** Воздействуют на площади до нескольких тысяч квадратных метров и на группу людей. Однако их влияние также одноразовое и не выходит за пределы пораженного участка. Например: пожар жилого дома; авария на железной дороге без участия сильнодействующих или радиоактивных веществ.



## По масштабам

- **Региональные.** Действуют в масштабах региона, поражая людей и окружающую среду. Влияние таких опасностей может быть многократным или растянутым во времени. Например: аварийные выбросы сильнодействующих ядовитых веществ в открытый водоем; авария на Чернобыльской АЭС.

# Интегральный показатель опасности в областях Украины в 1999–2013 гг.

Административно-территориальные единицы Украины	Интегральный показатель опасности	Административно-территориальные единицы Украины	Интегральный показатель опасности
Ровенская	0,150	Полтавская	0,233
Черниговская	0,151	Закарпатская	0,241
Кировоградская	0,163	Киевская	0,241
Ивано-Франковская	0,170	Николаевская	0,246
Харьковская	0,174	Львовская	0,252
Черкасская	0,178	Днепропетровская	0,261
Волынская	0,183	Луганская	0,275
Житомирская	0,197	АР Крым	0,298
Винницкая	0,198	Одесская	0,323
Сумская	0,210	Запорожская	0,333
Тернопольская	0,217	Донецкая	0,346
Черновицкая	0,223	г. Киев	н/д
Херсонская	0,225	г. Севастополь	н/д
Хмельницкая	0,226	Украина в целом	н/д

# ЧС на території Харківської обл., 2013

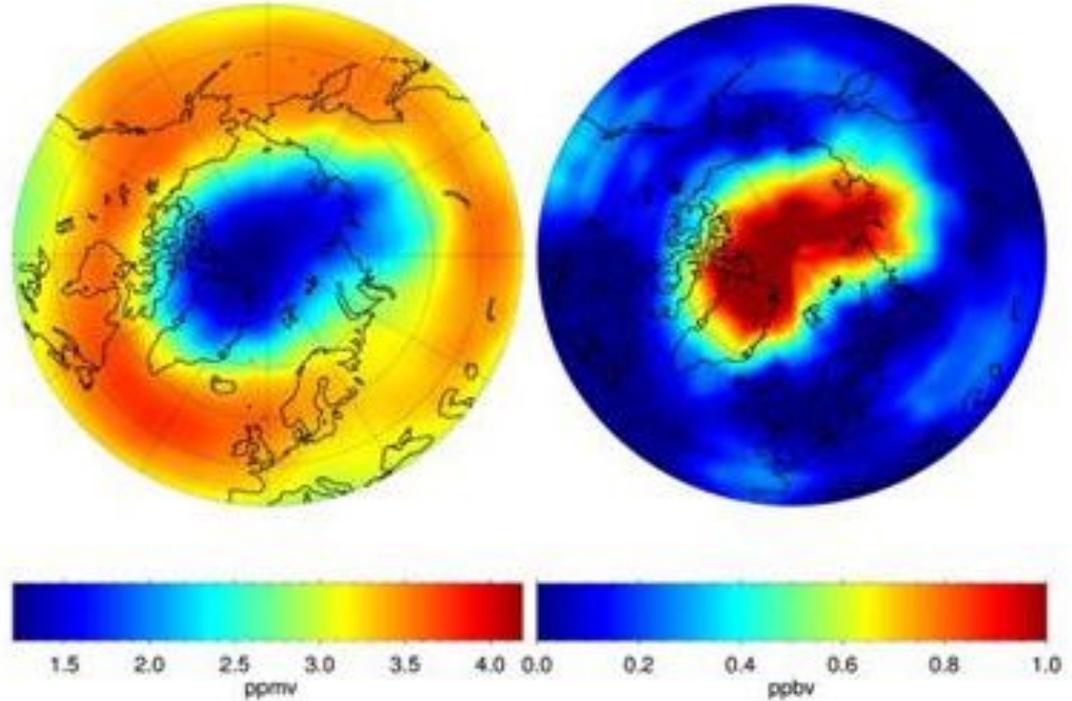


-  НС природного характеру
-  НС техногенного характеру
-  НС іншого характеру



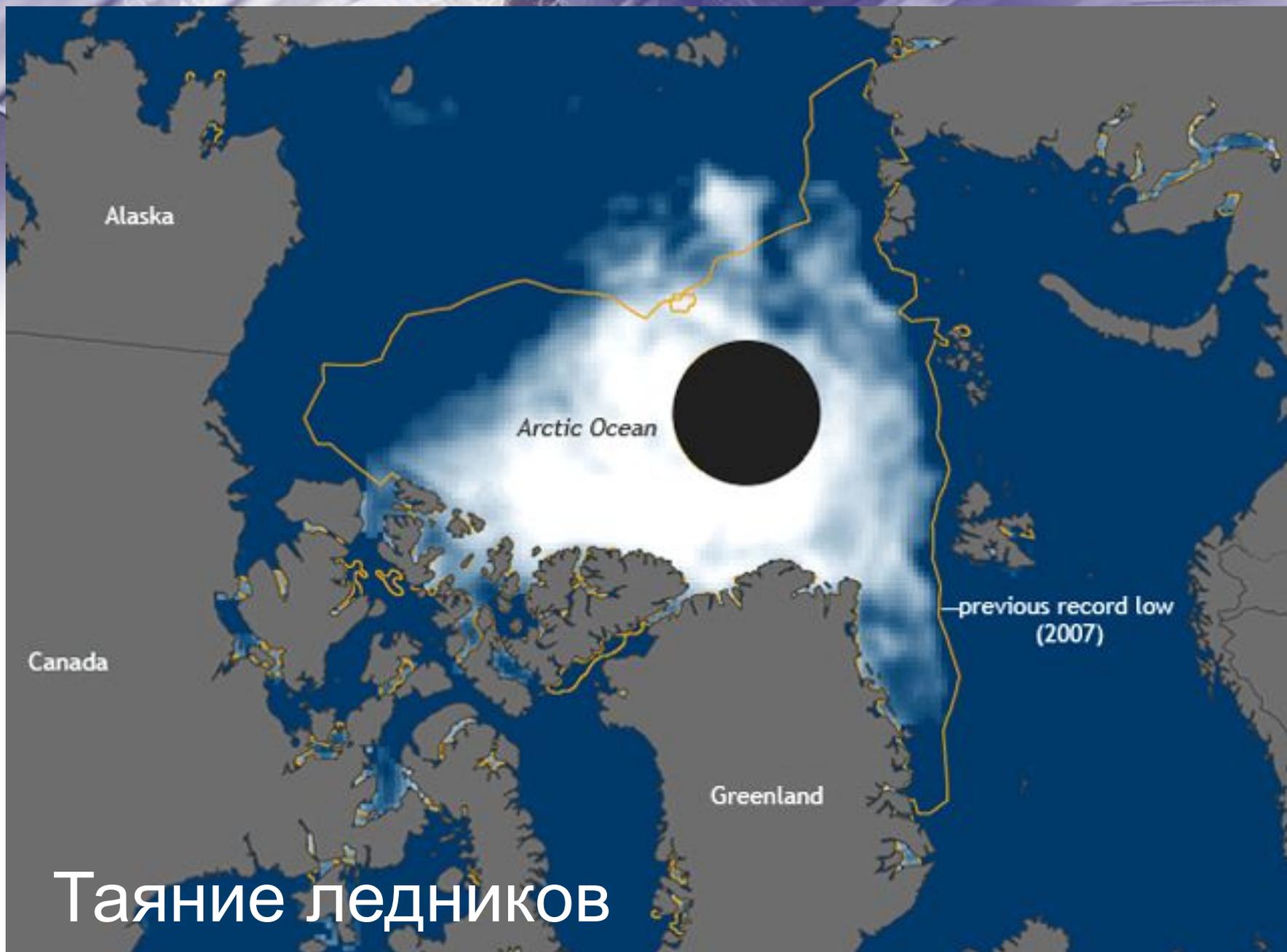
MIPAS O3 20110318 50.00 hPa

MIPAS CLO am 20110318 50.00 hPa



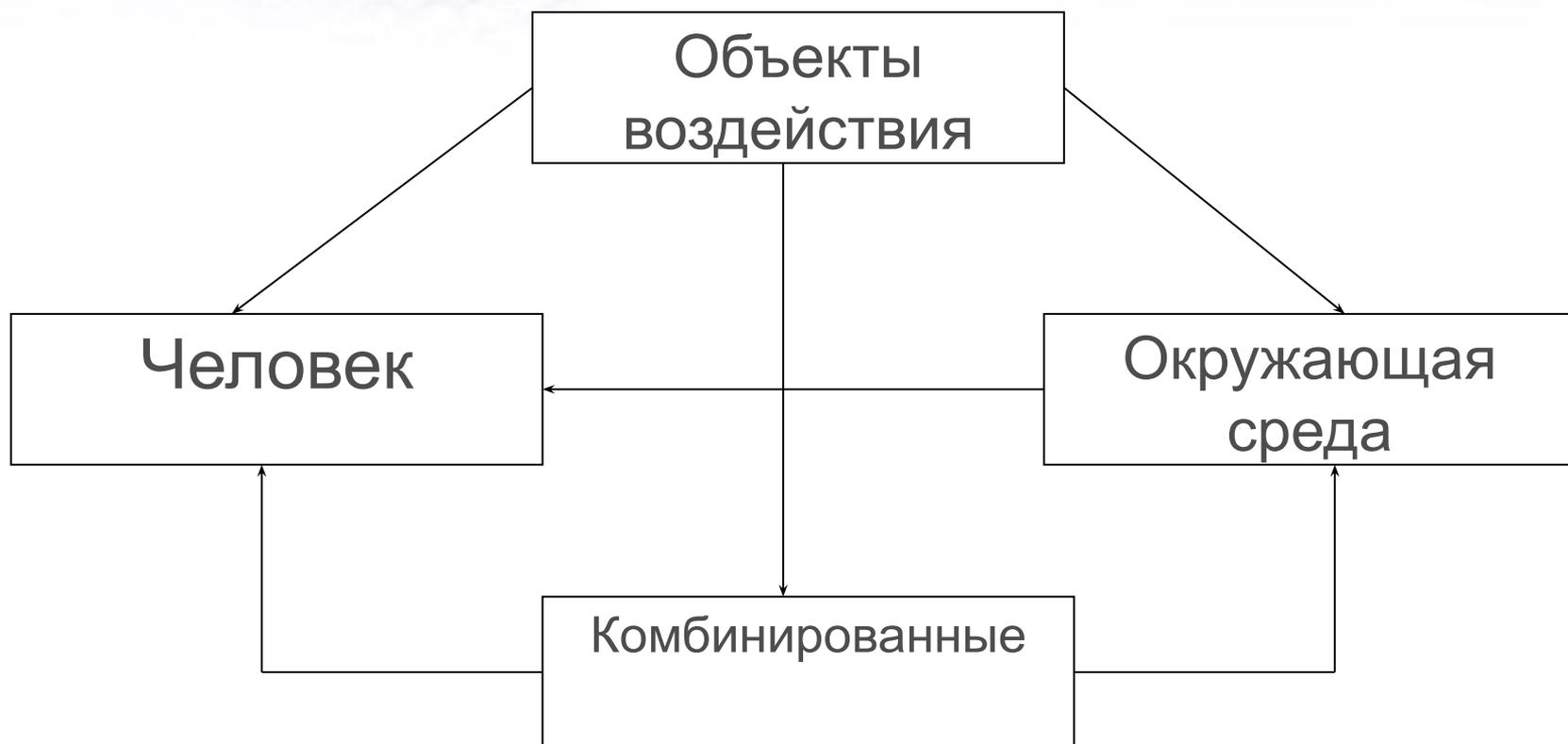
## По масштабам

- **Общие.** Влияют на все мировое сообщество. Например, разрушение озоновой слоя Земли.



# Таяние ледников

**По объектам воздействия** можно выделить:  
опасности, которые влияют на человека;  
опасности, которые влияют на окружающую среду;  
комбинированные.





## **По силе воздействия**

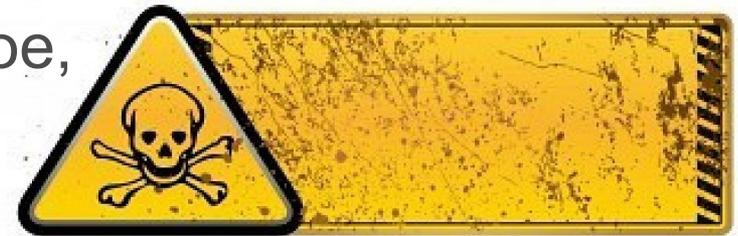
- можно выделить **загрязняющие** опасности и **разрушающие** опасности. При этом опасность можно считать загрязняющей, если ее последствия не являются необратимыми и могут быть ликвидированы полностью. Опасность, которая разрушает, - это такая опасность, при которой наступают необратимые последствия.

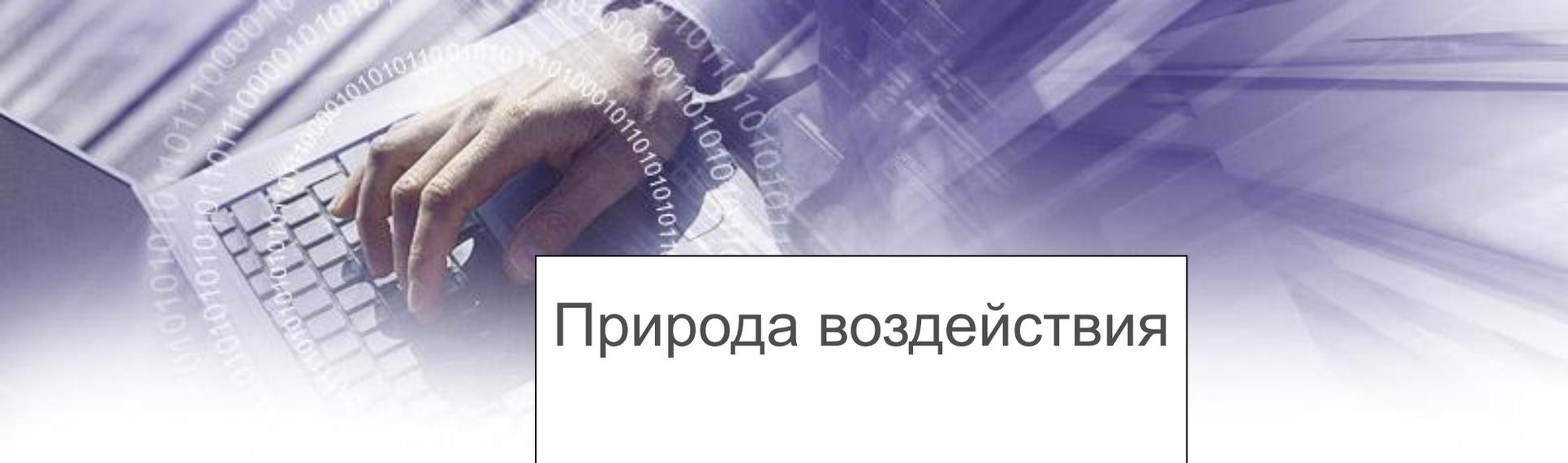


## По природе воздействия

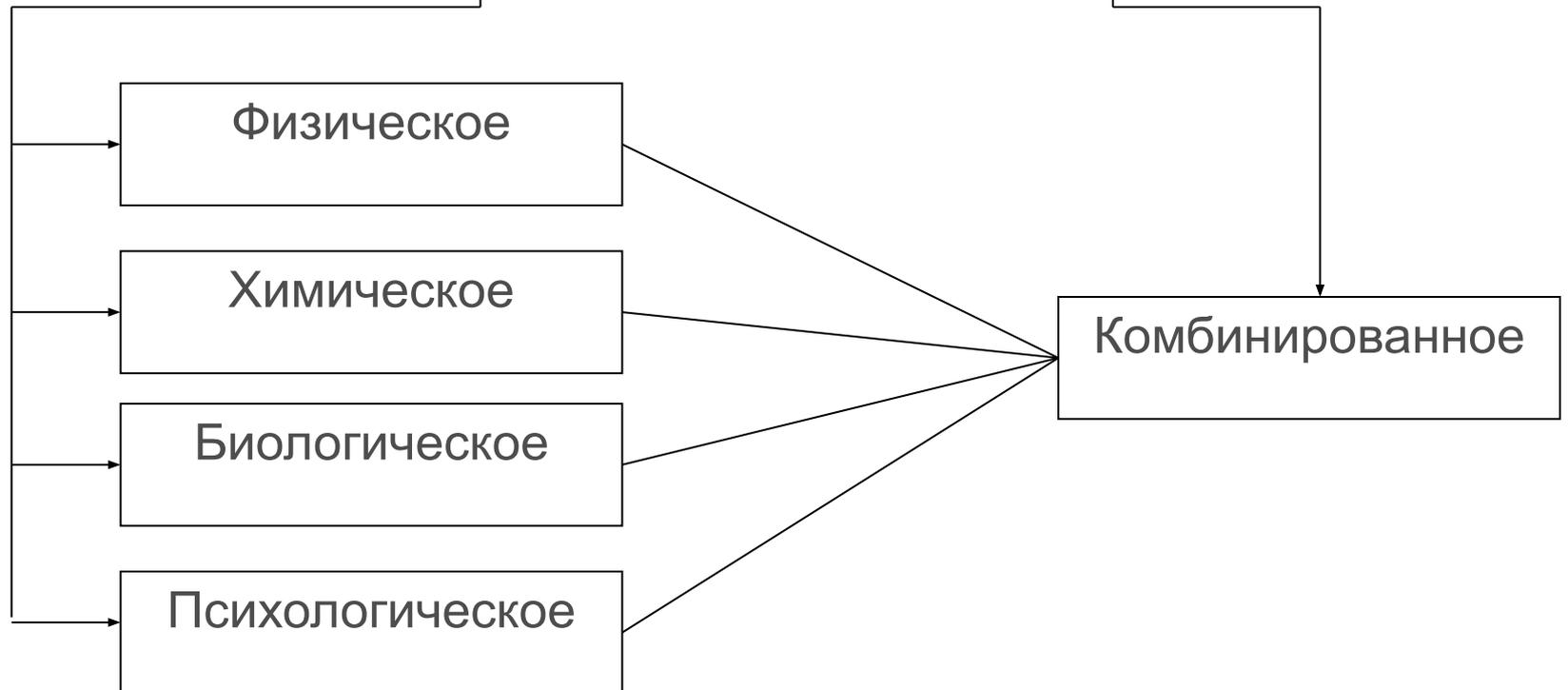
**физические** (влияние механическое, тепловое, радиационное и т.д.);

- **химические** (отравление);
- **биологические** (заражение);
- **психологические** (стресс, психические заболевания и расстройства и др.);
- **комбинированные**.





# Природа воздействия



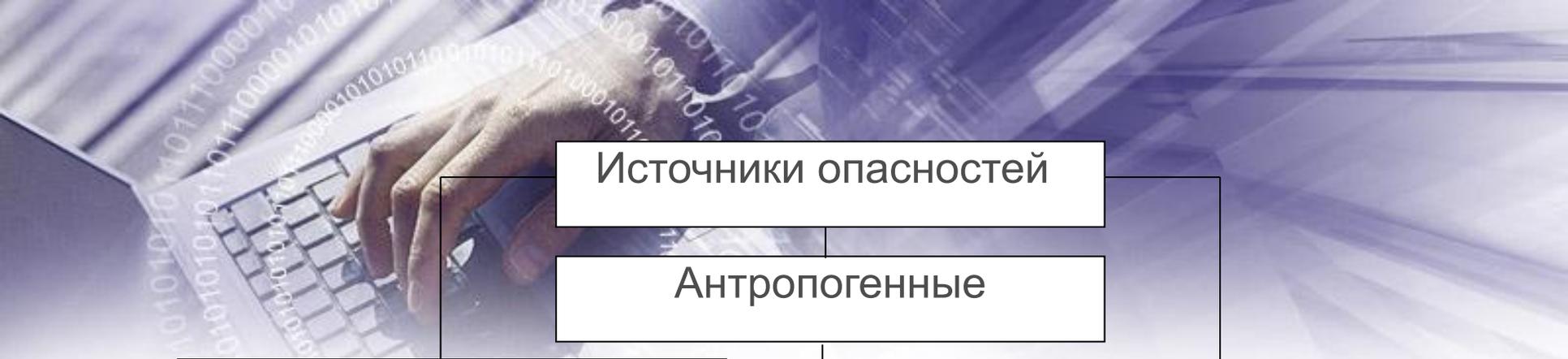


## **По источникам возникновения**

природные;

антропогенные;

природно-антропогенные



Источники опасностей

Антропогенные

Природные

Комбинированные

Стихийные бедствия

Бактерии  
Грибки  
Вирусы

Техногенные

Катастрофы

аварии

ЧС

Социальные

Стресс  
Суицид

Наркомания  
Алкоголизм  
Курение

Политические

Войны  
Революции  
Терроризм

Криминальная обстановка

Природно-техногенные  
Природно-социальные

Социально-техногенные

# Опасности также можно классифицировать:

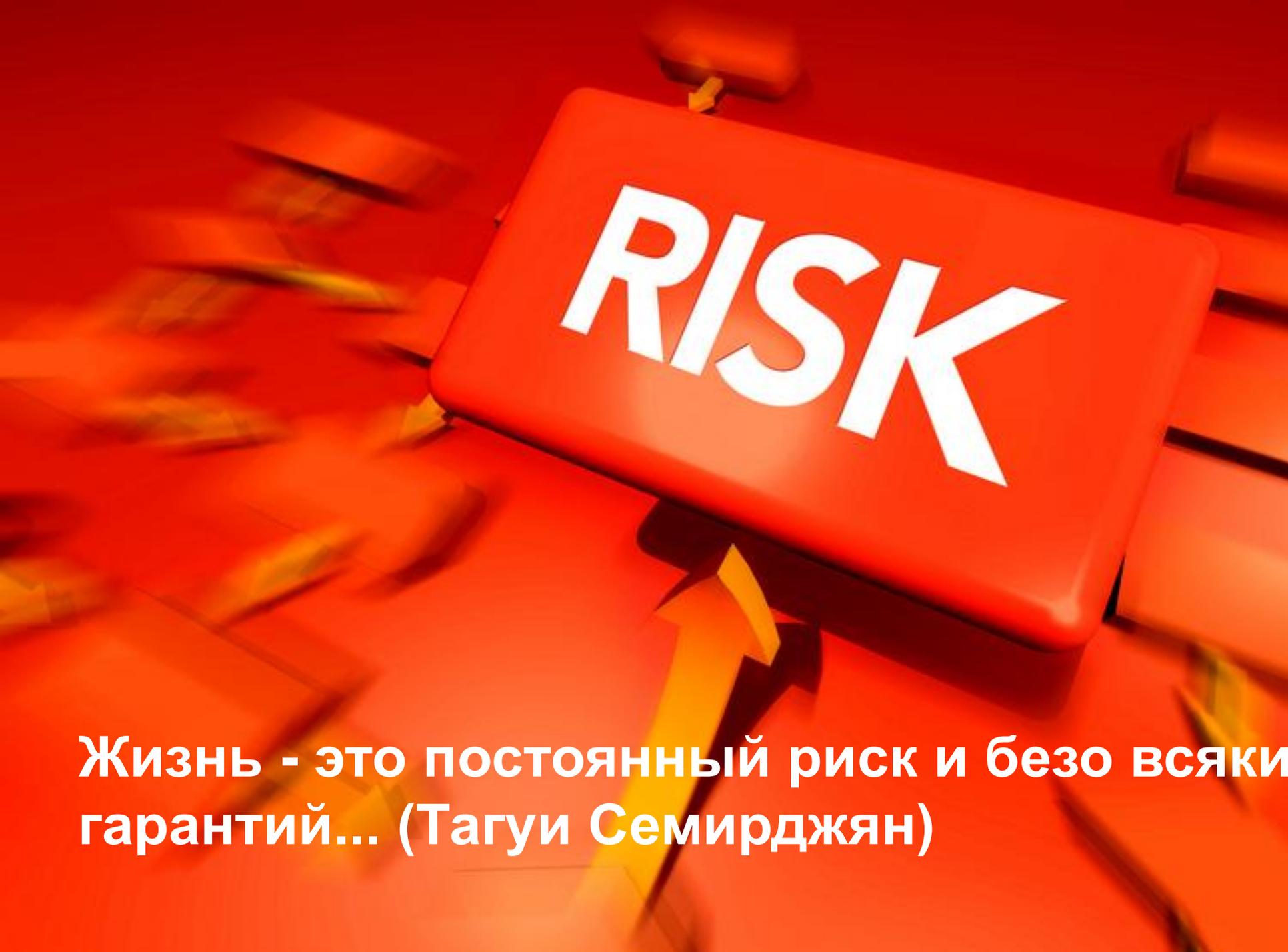
- по времени проявления негативных последствий - импульсные и кумулятивные;
- по локализации - связанные с литосферой, гидросферой, атмосферой, космосом;
- по нанесенному ущербу - социальные, технические, экологические.



## Вывод:

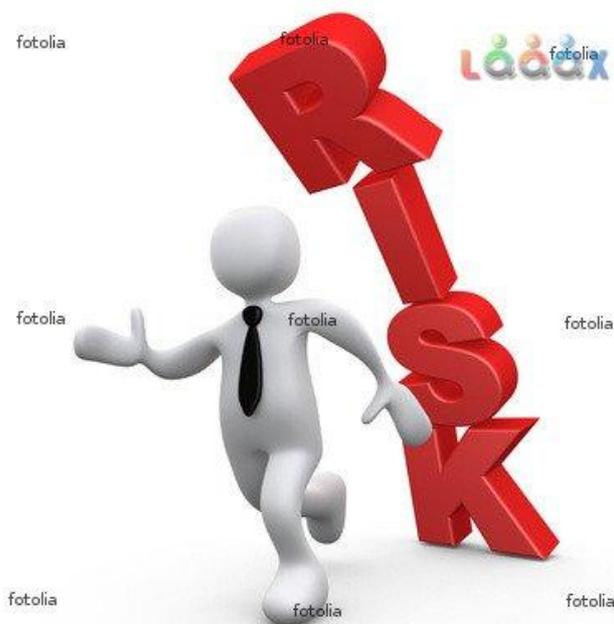
В современном мире существует огромное количество разнообразных опасностей.

Поэтому их систематизация и классификация является важной задачей, решение которой поможет успешно решать проблемы безопасности в повседневной жизни.



**RISK**

**Жизнь - это постоянный риск и безо всяких гарантий... (Тагуи Семирджян)**



- ***Риск*** — возможная опасность какого-либо неблагоприятного исхода.
- ***Риск*** в узком смысле — количественная оценка опасностей, определяется как частота одного события при наступлении другого.
- ***Риск*** - это частота реализации опасности.

# РИСК

— мера опасности, характеризующая вероятность появления опасности и размеры связанного с ней ущерба.



Риск может иметь различную классификацию, например:

Индивидуальный

Коллективный

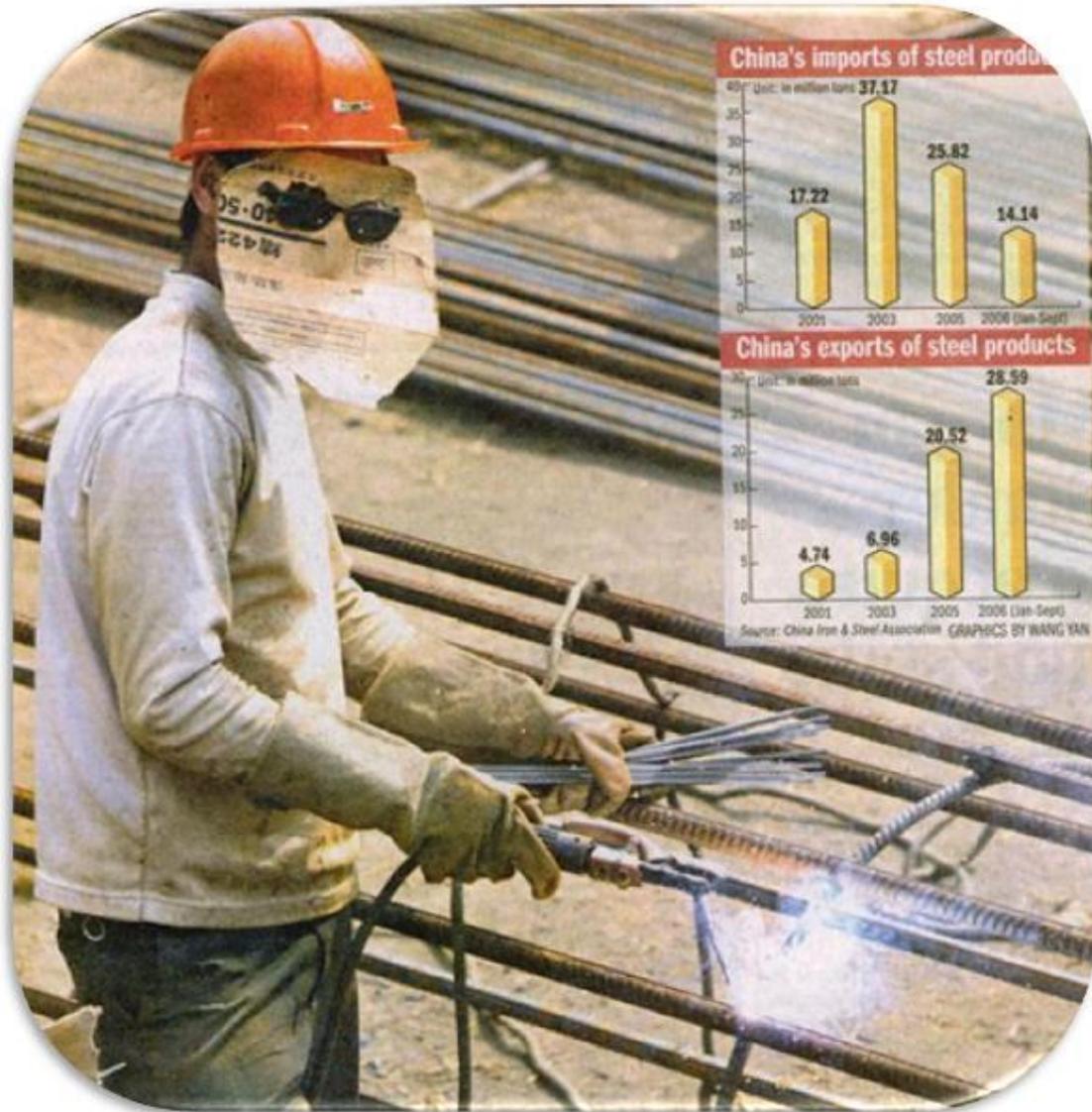
Приемлемый

Мотивированный

Неоправданный



Примером неоправданного риска могут сжить следующие виды работ:



Сварщик



Прораб





Штукатур

 Не влезай,  
убьет!





Шлифовщик

Заменитель лампочек





Работы на высоте, что тогда...





... что сейчас.



Автослесарь



Водитель погрузчика





А ненадежно закрепленные конструкции также могут привести к травматизму.





Безопасность труда - превыше всего.





R  
I  
S  
K



- Риск определяется как отношение количества событий с нежелательными последствиями ( $n$ ) к максимально возможному их количеству ( $N$ ) за конкретный период времени:

$$R = n / N \leq R_{\text{доп}}$$

где  $R$  — риск;  $n$  — число чрезвычайных событий в год;  $N$  — общее число событий в год;  $R_{\text{доп}}$  — допустимый риск.



## КОНЦЕПЦИЯ ДОПУСТИМОГО РИСКА

Полная безопасность не может быть гарантирована никому, не зависимо от образа жизни. Поэтому современный мир пришел к понятию **приемлемого (допустимого) риска**, суть которого в стремлении к такой малой опасности, которую приемлет общество в данный период времени. Во всём мире за приемлемый риск принята величина  $10^{-6}$ . Пренебрежительно малым считается индивидуальный риск гибели  $10^{-8}$ .



Для определения серьезности опасности существуют *разные критерии*. Категории серьезности опасности устанавливают количественное значение относительной серьезности вероятных последствий опасных условий.

Различают:

- *I категория – катастрофические опасности;*
- *II категория – критические опасности;*
- *III категория – предельные опасности;*
- *IV категория – незначительные опасности.*

***Уровни вероятности опасности*** являются качественным отображением относительной вероятности того, что состоится нежелательное событие, которое является следствием не устраненной или неподконтрольной опасности. Различают:

- *Уровень А – частая опасность;*
- *Уровень В – возможна опасность;*
- *Уровень С – случайная опасность;*
- *Уровень D – отдалена опасность;*
- *Уровень Е – невероятная опасность*

# Классификация и характеристика видов риска

Вид риска	Объект риска	Источник риска	Нежелательное событие
Индивидуальный	Человек	Условия жизнедеятельности человека	Заболевание, травма, инвалидность, смерть
Технический	Технические системы и объекты	Техническое несовершенство, нарушение правил эксплуатации технических систем и объектов	Авария, взрыв, катастрофа, пожар, разрушение
Экологический	Экологические системы	Антропогенное вмешательство в природную среду, техногенные чрезвычайные ситуации	Антропогенные экологические катастрофы, стихийные бедствия
Социальный	Социальные группы	Чрезвычайная ситуация, снижение качества жизни	Групповые травмы, заболевания, гибель людей, рост смертности
Экономический	Материальные ресурсы	Повышенная опасность производства или природной среды	Увеличение затрат на безопасность, ущерб от недостаточной защищенности

## *по масштабам распространения различают*

- риски приходящиеся на отдельного человека,
- группу людей,
- население региона,
- нацию,
- все человечество.

Поэтому различают ***индивидуальный*** и ***социальный*** риск (групповой). Социальный риск - это риск для группы людей. Это зависимость между частотой событий и числом пораженных при этом людей.



## *Индивидуальный риск*



- характеризует реализацию опасности определенного вида деятельности для конкретного индивидуума.  
Показатели производственного травматизма и профессиональной заболеваемости, такие как частота несчастных случаев и профессиональных заболеваний, являются выражением индивидуального производственного риска.

# Источники и факторы индивидуального риска

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

A hand is shown using a laptop mouse. The background is a blurred image of a person's hands on a laptop keyboard, overlaid with a semi-transparent grid and binary code (0s and 1s) in a light blue color. The overall tone is professional and technological.

## *Коллективный риск*

- — это травмирование или гибель двух и более человек от воздействия опасных и вредных производственных факторов.



- с позиций целесообразности – обоснованный и необоснованный (бессмысленный) риски;

- по волеизъявлению – добровольные и вынуждены риски;



- относительно сферы человеческой деятельности – экономический, бытовой, производственный, политический, социальный риски и риск в природопользовании;
- по степени допустимости – пренебрежимый, приемлемый, предельно допустимый, избыточный риски.



## *Приемлемый риск*

Это такой низкий уровень смертности, травматизма или инвалидности людей, который не влияет на экономические показатели предприятия, отрасли экономики или государства. ***Необходимость формирования концепции приемлемого (допустимого) риска обусловлена невозможностью создания абсолютно безопасной деятельности (технологического процесса).***



## Приемлемый риск

- В настоящее время сложились представления о *величинах* приемлемого (допустимого) и неприемлемого риска. Неприемлемый риск имеет вероятность реализации негативного воздействия более  $10^{-3}$ , приемлемый — менее  $10^{-6}$ . При значениях риска от  $10^{-3}$  до  $10^{-6}$  принято различать переходную область значений риска. В странах Европы приемлемый риск колеблется ( $10^{-5}$ - $10^{-6}$ ) для самых опасных объектов, для объектов не относящихся к категории опасных — ( $10^{-7}$ - $10^{-8}$ ).

Характерные значения риска естественной и принудительной смерти людей от воздействия условий жизни и деятельности приведены ниже:

Величина риска	Риск	Зоны
$10^{-2}$	Сердечно-сосудистые заболевания	Зона неприемлемого риска ( $R > 10^{-3}$ )
$10^{-3}$	Злокачественные опухоли	
$10^{-4}$	Автомобильные аварии	Переходная зона значений риска ( $10^{-6}R < 10^{-3}$ )
$10^{-5}$	Несчастные случаи на производстве	
$10^{-6}$	Аварии на железнодорожном, водном и воздушном транспорте; пожары и взрывы Проживание вблизи ТЭС (при нормальном режиме работы)	
$10^{-7}$	Все стихийные бедствия	Зона приемлемого риска ( $R < 10^{-6}$ )
$10^{-8}$	Проживание вблизи АЭС (при нормальном режиме работы)	



- Пример. Определить риск ( $R$ ) гибели человека в Украине за 1 год, если известно, что ежегодно погибает  $n = 75$  тыс. человек, а численность населения страны около  $N = 48,1$  млн. человек.
- $R = n / N = (7.5 * 10^4) / (48.1 * 10^6) = 15.6 * 10^{-4}$ .



- В городе А проживает 1,51 млн. человек. Статистические данные за 10 лет говорят о том, что за это время из числа жителей города получило травму 60 тыс. человек. Рассчитаем риск травматизма:
  
- $R_n = (60 \cdot 10^3 / 10) / (1,51 \cdot 10^6) = 3,9 \cdot 10^{-2}$ .



- Ежегодно в нашей стране вследствие несчастных случаев, аварий и других происшествий погибает около **120 000 человек**. Принимая численность населения страны  $48 \times 10^6$  чел., определим риск гибели жителя страны от опасностей:

- $R_n = (120 \cdot 10^3) / (48 \cdot 10^6) = 0,25 \cdot 10^{-4}$ .



## Индивидуальный риск фатального исхода в год, обусловленный различными причинами:

- автотранспорт -  $3 \cdot 10^{-4}$
- падение -  $9 \cdot 10^{-5}$
- пожар и ожог -  $4 \cdot 10^{-5}$
- станочное оборудование -  $1 \cdot 10^{-5}$
- огнестрельное оружие -  $1 \cdot 10^{-5}$
- воздушный транспорт -  $9 \cdot 10^{-6}$
- железнодорожный транспорт -  $4 \cdot 10^{-6}$
- электрический ток -  $6 \cdot 10^{-6}$
- молния -  $5 \cdot 10^{-7}$
- ядерная энергия -  $2 \cdot 10^{-10}$

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

$$R_t = D/T$$

- где  $R_t$  - технический риск;
- $D$  - число аварий в единицу времени  $t$  на идентичных технических системах и объектах;
- $T$  - число идентичных технических систем и объектов, подверженных общему фактору риска.

# Источники и факторы технического риска

Источник технического риска	Наиболее распространенные факторы технического риска
Низкий уровень научно-исследовательских работ	Ошибочный выбор направлений развития техники и технологии по критериям безопасности
То же, опытно-конструкторских работ	Выбор потенциально опасных конструктивных схем и принципов действия технических систем. Ошибки в определении эксплуатационных нагрузок. Неправильный выбор конструкционных материалов. Недостаточный запас прочности. Отсутствие в проектах технических средств безопасности
Опытное производство новой техники	Некачественная доводка конструкций, технологии, документации по критериям безопасности

# Источники и факторы технического риска

Серийный выпуск небезопасной техники	Отклонение от заданного химического состава конструкционных материалов. Недостаточная точность конструктивных размеров. Нарушение режимов термической и химико-термической обработки деталей. Нарушение регламентов сборки и монтажа конструкций и машин
Нарушение правил безопасной эксплуатации технических систем	Использование техники не по назначению. Нарушение паспортных (проектных) режимов эксплуатации. Несвоевременные профилактические осмотры и ремонты. Нарушение требований транспортирования и хранения
Ошибки персонала	Слабые навыки действия в сложной ситуации. Неумение оценивать информацию о состоянии процесса. Слабое знание сущности происходящего процесса. Отсутствие самообладания в условиях стресса. Недисциплинированность

- 
- A hand is shown using a laptop mouse. The background is a blurred image of a laptop keyboard and mouse, overlaid with a semi-transparent grid of binary code (0s and 1s) in a light blue color. The overall image has a soft, ethereal quality with a light blue and white color palette.
- **Экологический риск** выражает вероятность экологического бедствия, катастрофы, нарушения дальнейшего нормального функционирования и существования экологических систем и объектов в результате антропогенного вмешательства в природную среду или стихийного бедствия.

Нежелательные события экологического риска могут проявляться как непосредственно в зонах вмешательства, так и за их пределами:

$$R_o = D_o / O$$

- где  $R_o$  - экологический риск;  $D_o$  - число антропогенных экологических катастроф и стихийных бедствий в единицу времени  $t$ ;  $O$  - число потенциальных источников экологических разрушений на рассматриваемой территории.



- Масштабы экологического риска оцениваются процентным соотношением площади кризисных или катастрофических территорий  $\Delta S$  к общей площади рассматриваемого биогеоценоза  $S$ :

$$R_o^m = \frac{\Delta S}{S} \cdot 100$$

# Источники и факторы экологического риска

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



## ***Социальный риск***

- характеризует масштабы и тяжесть негативных последствий чрезвычайных ситуаций, а также различного рода явлений и преобразований, снижающих качество жизни людей.



это риск для группы или сообщества людей. Оценить его можно, например, по динамике смертности, рассчитанной на 1000 человек соответствующей группы:

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

где  $R_c$  - социальный риск;

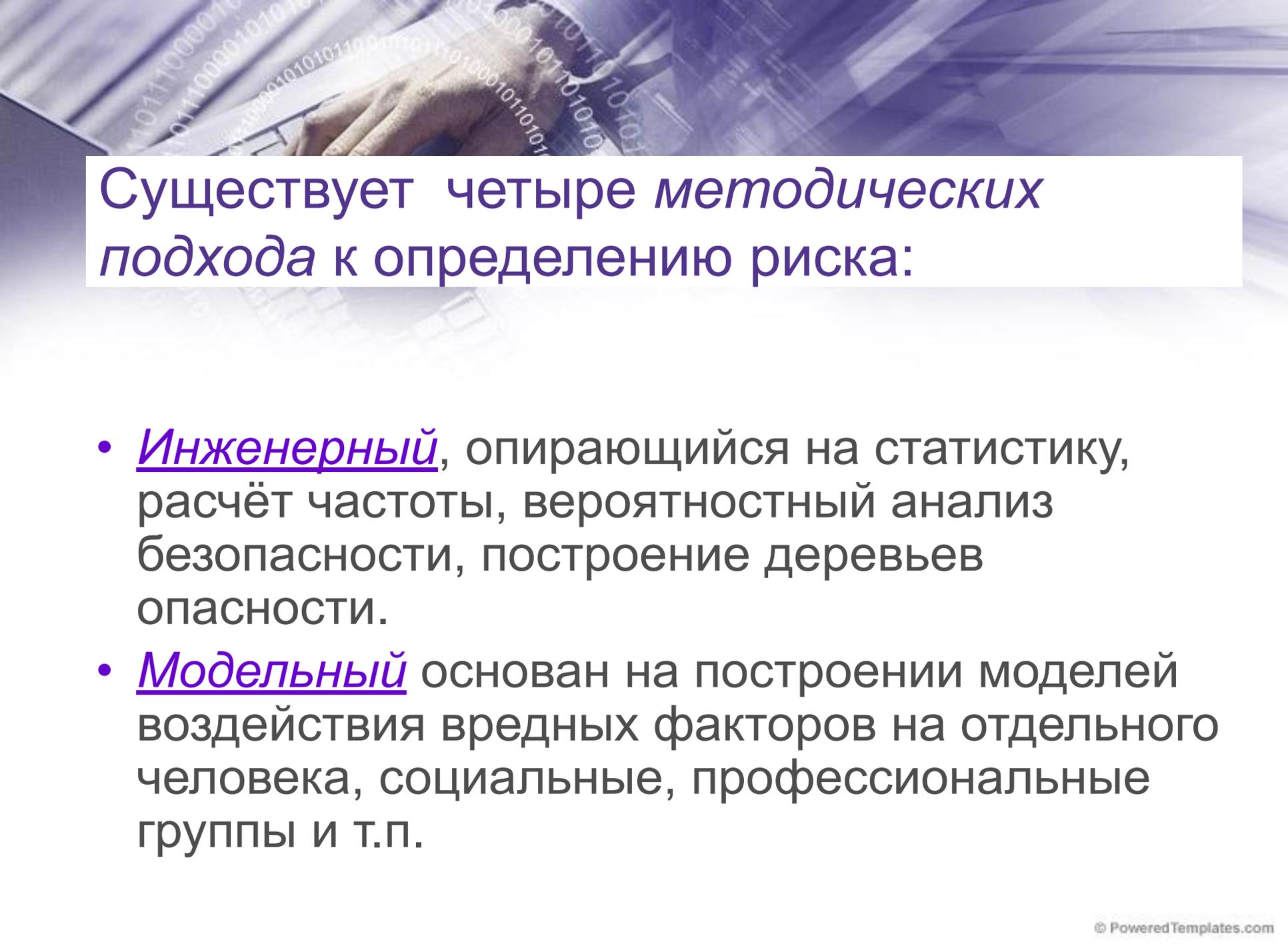
- $C_1$  - число умерших в единицу времени  $t$  (смертность) в исследуемой группе в начале периода наблюдения, например до развития чрезвычайных событий;  $C_2$  - смертность в той же группе людей в конце периода наблюдения, например на стадии затухания чрезвычайной ситуации;  $L$  - общая численность исследуемой группы.

# Источники и факторы социального риска

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



- На практике достичь нулевого уровня риска, то есть абсолютной безопасности, невозможно. Прямым следствием **невозможности обеспечения нулевого уровня риска** является необходимость снижения риска к некоторому допустимому уровню.



## Существует четыре *методических* подхода к определению риска:

- *Инженерный*, опирающийся на статистику, расчёт частоты, вероятностный анализ безопасности, построение деревьев опасности.
- *Модельный* основан на построении моделей воздействия вредных факторов на отдельного человека, социальные, профессиональные группы и т.п.



## Существует четыре *методических* подхода к определению риска:

- *Экспертный*, при котором вероятность событий определяется на основе опроса опытных специалистов, т. е. экспертов.
- *Социологический*, основан на опросе населения.

Применять эти методики необходимо в комплексе, поскольку они отражают разные аспекты риска.

Классической *схемой действий по управлению рисками, когда риск воспринимается как совокупность частоты реализации опасности (риска) и нанесенного им ущерба (убытка), который выражается, как правило, в денежной форме, является следующая последовательность:*

- *Управление рисками*
- *Планирование управления*
- *Идентификация рисков*
- *Качественная и количественная оценка рисков*
- *Мероприятия реагирования на риски*
- *Мониторинг и контроль*





## Повышение уровня безопасности

- полный или частичный отказ от работ, операций и систем, которые имеют высокую степень опасности;
- замена опасных операций другими – менее опасными;
- усовершенствование технических систем и объектов;
- разработка и использование специальных средств защиты;
- мероприятия организационно управленческого характера, в том числе контроль за уровнем безопасности, учеба людей по вопросам безопасности, стимулирования безопасной работы и поведения.



- Спасибо з внимание