

Кафедра геоэкологии и геохимии  
Курс «Отходы и экологический риск»  
для магистров по направлению  
«Экология и природопользование»

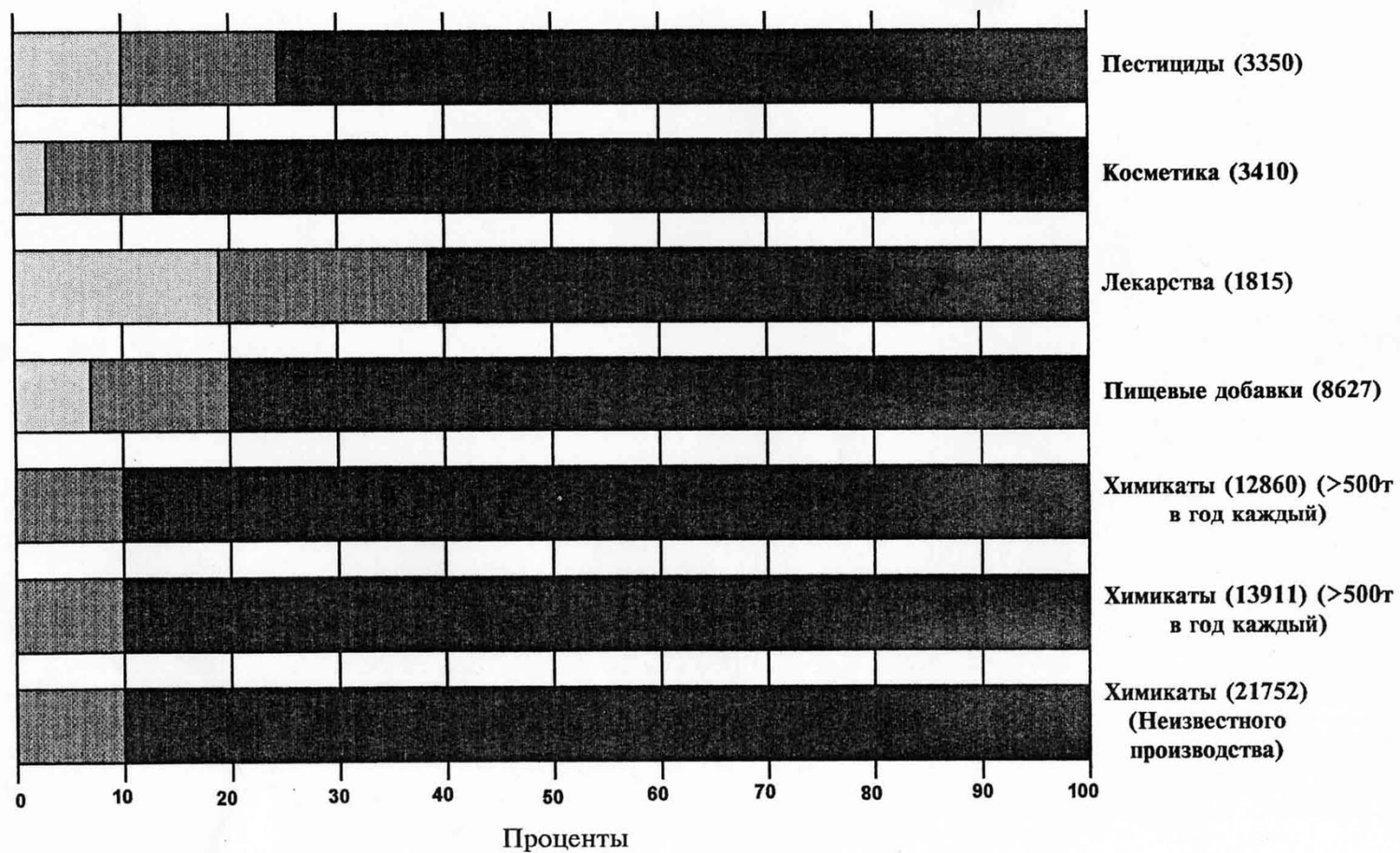
- Лекция 4

- Экологические риски  
при обращении с  
отходами. Оценка риска  
здоровью

- ОСИПОВА Н.А.,
- доцент кафедры ГЭГХ

### 19.1 Доля химических веществ с данными о токсичности

- Данные имеются
- ▨ Имеются частичные данные
- Данные отсутствуют





**Вероятность**

**Риск**

**Ущерб**

# Факторы, определяющие вероятность развития нарушений состояния здоровья человека

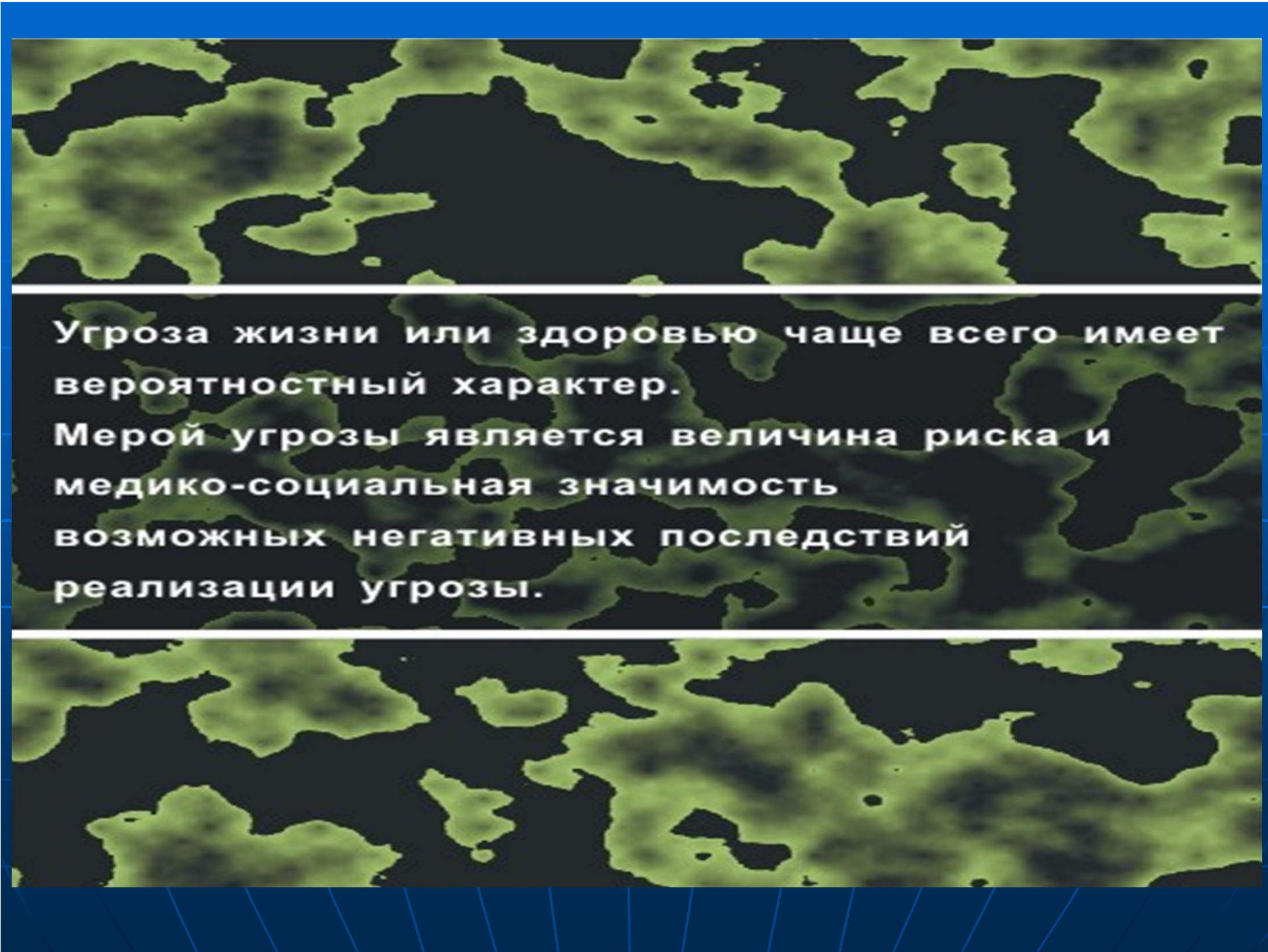


## Риск для здоровья человека

---

Это вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека либо угрозы жизни или здоровья будущих поколений, обусловленная воздействием факторов среды обитания.

---



---

Угроза жизни или здоровью чаще всего имеет вероятностный характер.  
Мерой угрозы является величина риска и медико-социальная значимость возможных негативных последствий реализации угрозы.

---

## Ущерб (вред) здоровью человека

Наблюдаемое или ожидаемое нарушение состояния здоровья человека или состояния здоровья будущих поколений, обусловленное воздействием факторов среды обитания. Ущерб характеризуется медико-социальной значимостью наблюдаемых или ожидаемых негативных последствий для жизни или здоровья человека и (или) будущих поколений, а также частотой случаев негативных последствий и их стоимостными оценками.









- **ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ  
ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ  
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ  
ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ,  
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ  
ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

- В последнее время в практику оценки качества окружающей среды и его связи со здоровьем преобладает внедрение методологии оценки риска.
- Эти исследования стали более масштабными в связи с принятием нормативного документа  
**"РУКОВОДСТВО ПО ОЦЕНКЕ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ. РУКОВОДСТВО. Р. 2.1.10.1920-04"**  
(утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 05.03.2004),  
Источник публикации: М., Федеральный, центр Госсанэпиднадзора Минздрава РФ, 2004

# оценка риска

- В научном отношении оценка риска – это последовательное, системное рассмотрение всех аспектов воздействия анализируемого фактора на здоровье человека, включая обоснование допустимых уровней воздействия

# ЦЕЛИ ОЦЕНКИ РИСКА

- В научно-практическом приложении основная задача оценки риска состоит в получении и обобщении информации о возможном влиянии факторов среды обитания человека на состояние его здоровья, необходимой и достаточной для обоснования наиболее оптимальных управленческих решений по устранению или снижению уровней риска, оптимизации контроля (регулирования и мониторинга) уровней экспозиций и рисков

# ПРЕИМУЩЕСТВА ОЦЕНКИ РИСКА

- Только оценка риска позволяет осуществить прогноз возможных последствий для здоровья населения на основе сопоставления количественных уровней риска при различных сценариях развития промышленного производства, автотранспорта и хозяйственной деятельности в целом

- В общем виде характеристика риска может быть представлена в следующем виде:

- $\text{Риск} = (\text{опасность}) \times (\text{доза}) \times (\text{время})$ .

- **Опасность** - совокупность свойств химического вещества, других потенциально вредных факторов или ситуаций, определяющих их способность вызывать неблагоприятные эффекты при определенных условиях воздействия.



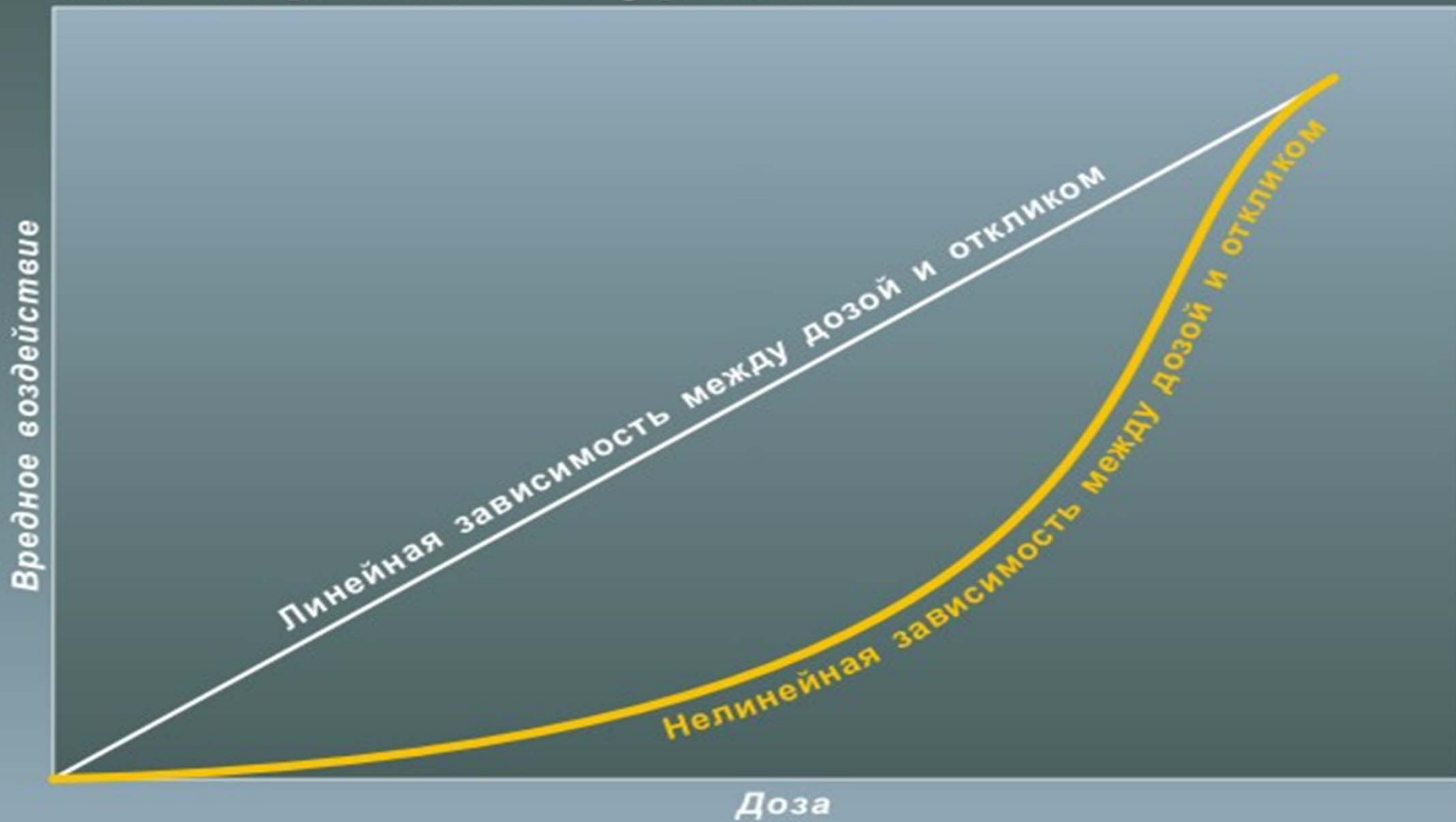
# ОЦЕНКА РИСКА

- Оценка риска является ключевым моментом процедуры анализа риска. Общая схема оценки риска состоит из нескольких этапов:
  - **идентификация опасности;**
  - **оценка зависимости "доза-ответ";**
  - **оценка экспозиции;**
  - **характеристика риска.**

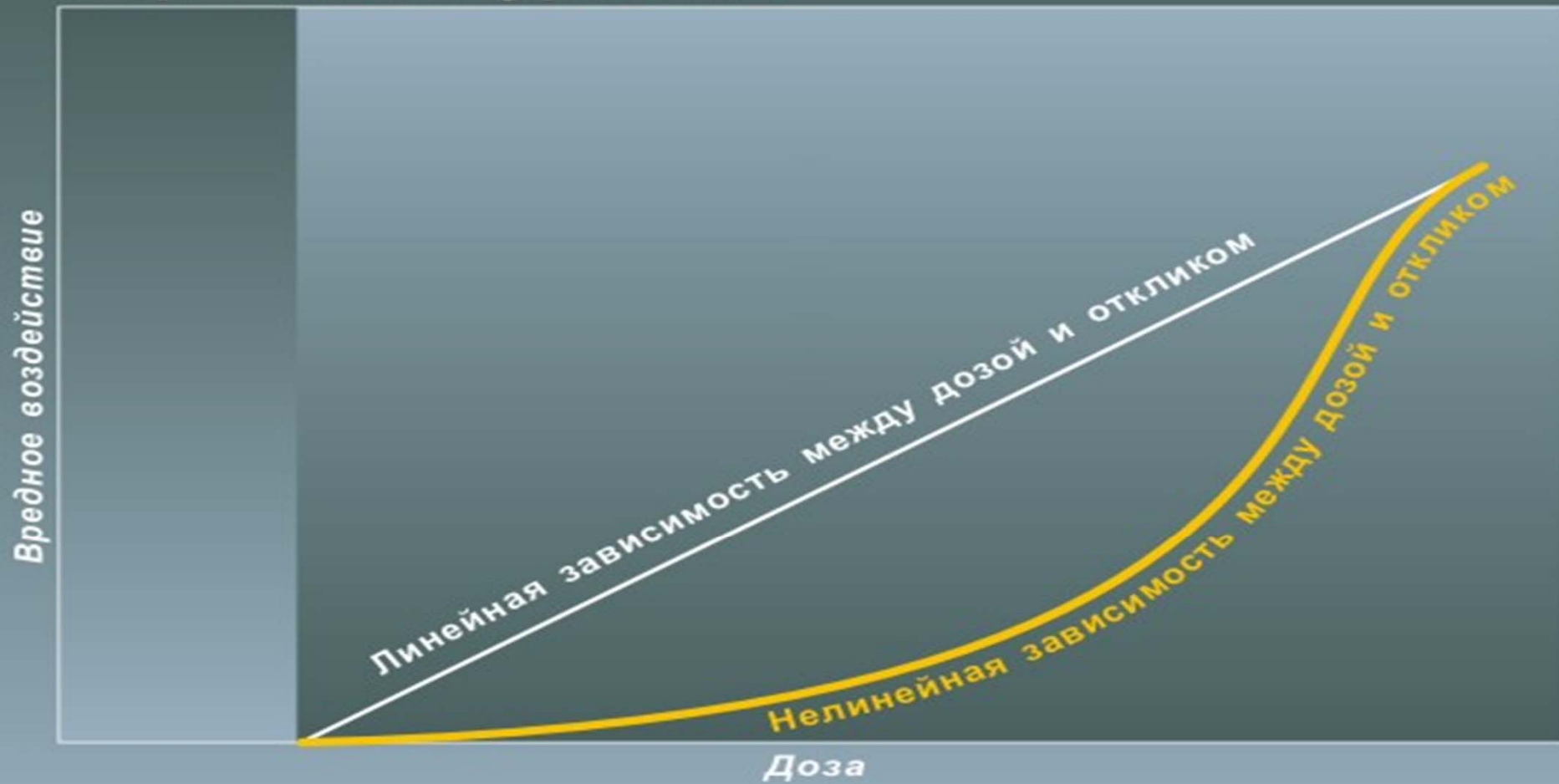
- **Идентификация опасности** - это первый этап оценки риска здоровью.
- В качестве основных блоков проведения идентификации опасности можно выделить следующие:
  - определение источников выбросов вредных веществ в окружающую среду;
  - установление эмиссии вредных веществ;
  - выделение всех потенциально опасных факторов.
  - составление перечня приоритетных (наиболее опасных) факторов.
- Одним из важных видов работ на этапе идентификации опасности является определение токсичности химических соединений. Данный показатель является ключевым при решении вопроса о дальнейшем изучении особенностей распространения вещества в окружающей среде и оценке риска его влияния на здоровье.

- **Оценка зависимости «доза-ответ»** - это связь между воздействующей концентрацией химического вещества, режимом, продолжительностью воздействия и степенью выраженности, распространенности изучаемого вредного эффекта в экспонируемой популяции.

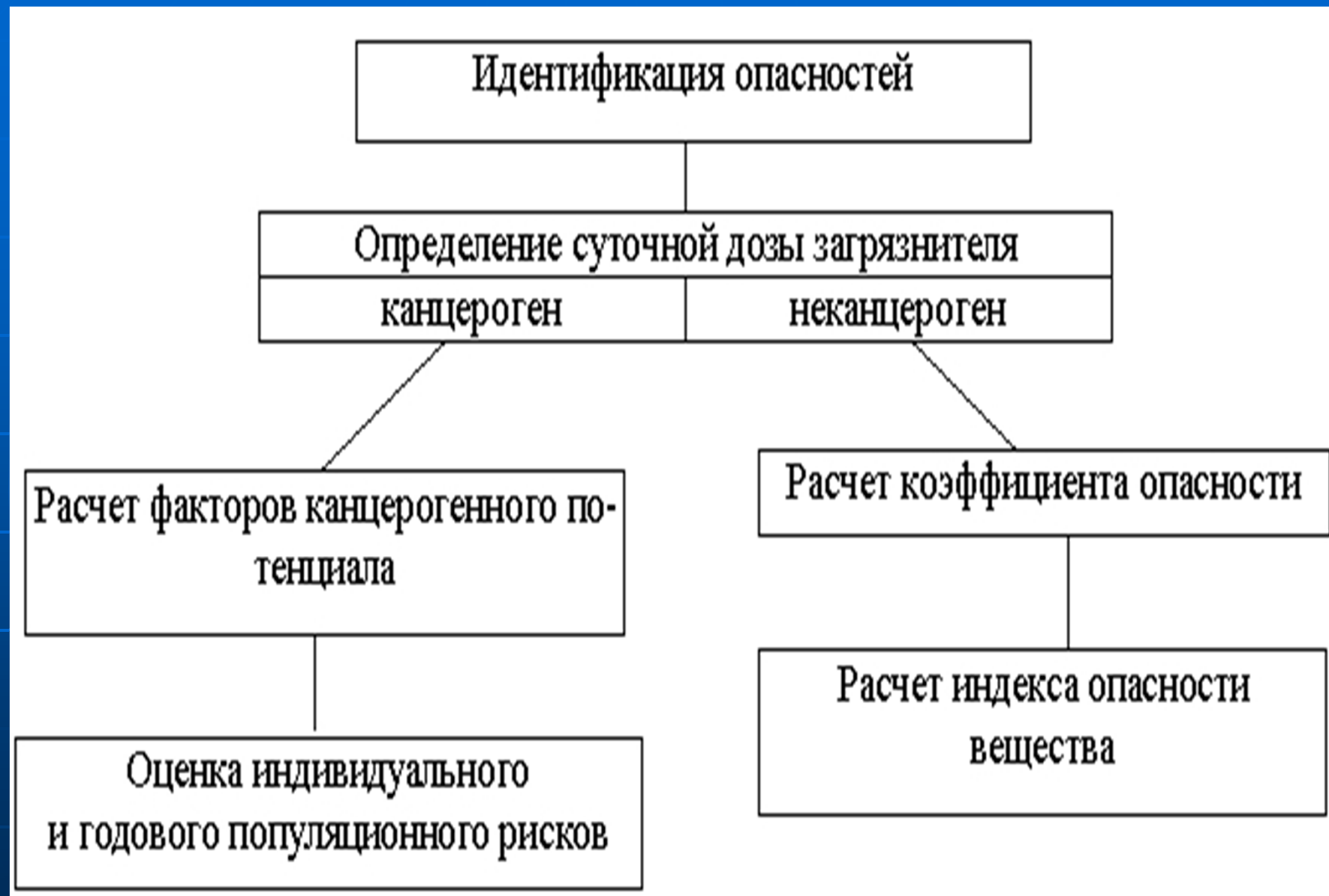
# Нет порогового уровня



# Пороговый уровень



- Характеристики, определяющие зависимость «доза-ответ» для канцерогенов:
- фактор канцерогенного потенциала,
- SF (мг/кг-сут)<sup>-1</sup>;
- единичный риск, UR, (мкг/м<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>.



- **Фактор канцерогенного потенциала (SF)** - мера дополнительного индивидуального канцерогенного риска или степень увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена



## Оценка экспозиции

- Экспозиция (воздействие) - это контакт организма (рецептора) с химическими агентами.
- При оценке риска от ингаляционного воздействия используют экспозиционные концентрации загрязнителя, сопоставляемые с пороговой концентрацией для непрерывного воздействия (ингаляционная концентрация, единицы измерения – мг загрязнителя на м<sup>3</sup> воздуха).
- Если риск имеет место вследствие ингаляционного воздействия, его расчеты основаны на концентрации:
  - **Риск = 1 – e<sup>-</sup>** (единичный риск \* концентрация)

- Эти оценки представляют теоретический дополнительный *канцерогенный риск* (то есть риск сверх фоновой заболеваемости) получения онкологического заболевания .  
Например, если расчетный риск есть 1 на 1000 000, это буквально означает, что человек имеет шанс на миллион получить онкологическое заболевание из-за указанного химического воздействия, в дополнение к его шансам получить онкологическое заболевание по другим причинам

# Мера риска для канцерогенов – индивидуальный и популяционный канцерогенный риск

- Мера риска для неканцерогенов – коэффициент опасности

# расчет индивидуального пожизненного канцерогенного риска

- Оценка уровня канцерогенного риска предполагает расчет **индивидуального пожизненного канцерогенного риска**
- Расчет канцерогенного риска проводится по формуле:
  - **$CR = 1 - \exp(-SF \times LADD)$** , где
  - CR – индивидуальный канцерогенный риск;
  - LADD - среднесуточная доза в течение жизни, мг/(кг\*день);
  - SF – фактор канцерогенного потенциала(мг/(кг\*день))<sup>-1</sup>
  - Среднесуточная доза в течение жизни при ингаляционном воздействии(мг/(кг\*день)) рассчитывается по формуле:

# LADD - среднесуточная доза

- **LADD = [ C x CR x ED x EF ] / [ BW x AT x 365 ],**

LADD - среднесуточная доза в течение жизни, мг/(кгхдень);

- C - концентрация вещества в воздухе , мг/м<sup>3</sup> ;
- CR - скорость поступления воздуха 20 м<sup>3</sup> / день;
- ED – продолжительность воздействия, 70 лет ;
- EF – частота воздействия – 365 дней в год;
- BW – масса тела человека, 70 кг;
- AT – период усреднения экспозиции – 70 лет (ожидаемая средняя продолжительность жизни человека);
- 365 – число дней в году
- SF - фактор канцерогенного потенциала при ингаляционном поступлении (используются справочные данные). Для формальдегида SF=6\*10<sup>-3</sup>мг/м<sup>3</sup> <sup>-1</sup>

Среднесуточная доза в течение жизни при поступлении с питьевой водой ( $\text{мг}/(\text{кг}\cdot\text{день})$ ) рассчитывается по той же формуле с той лишь разницей, что теперь

- $C$  - концентрация вещества в воде,  $\text{мг}/\text{л}$  ;
- $CR$  - объем выпиваемой в сутки воды ( $2,2 - 3 \text{ л}/\text{сутки}$ )

# РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ОПАСНОСТИ

- $KO = LADD/RfD$

# Комплекс программных средств (КПС) RISK ASSISTANT

- Комплекс программных средств (КПС) RISK ASSISTANT предназначен для оценки рисков для здоровья, связанных с присутствием химических соединений в окружающей среде. Он включает набор методик и баз данных, который позволяет оценить риски для здоровья, связанные с присутствием химических соединений в окружающей среде в конкретных условиях. Для работы с данным КПС необходимо располагать информацией о концентрациях химических соединений (или об их количествах, выбрасываемых в атмосферу), а также данными о локальных условиях воздействия, чтобы иметь возможность производить оценки рисков.



# Скриншот программы RISK ASSISTANT

**Химические данные**

Искать:

Среда:

Единицы измерения:

	CAS	Название	Концентрация
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			

**Токсикологические данные**

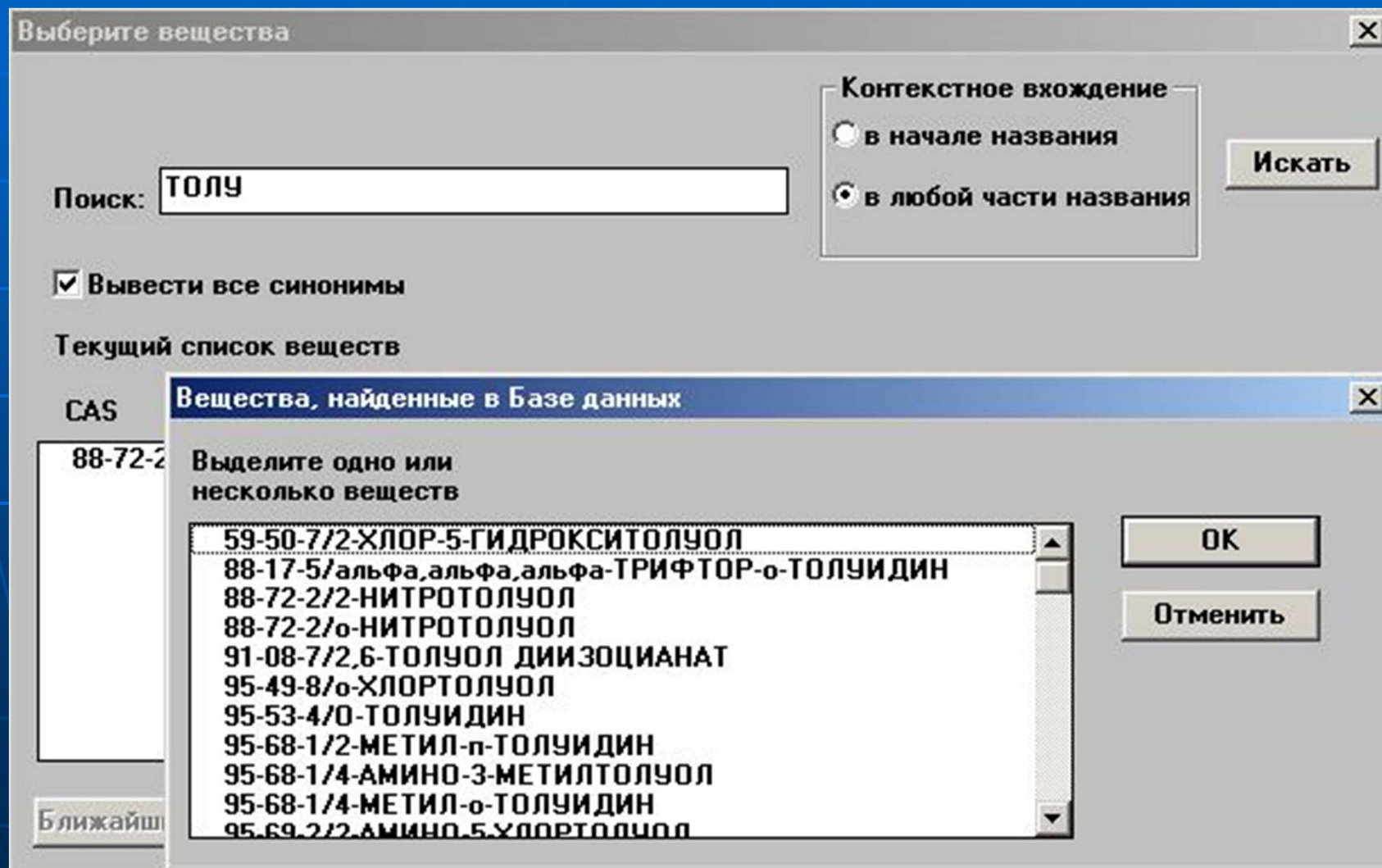
**Сценарии экспозиции**

Группа населения:

Питьевая вода  
Принятие душа  
Воздух в помещении  
Наружный воздух  
Овощи  
Фрукты  
Молочные продукты  
Мясо

**Отчет**

# Скриншот программы RISK ASSISTANT



# ХАРАКТЕРИСТИКА РИСКА

# Классификация уровней риска

Уровень риска	$R_{инд.}$	КО	
Чрезвычайно высокий	$10^{-1}$	более 5	Неприемлем ни для населения, ни для профессионалов. Необходимо проведение экстренных оздоровительных и других мероприятий по снижению риска
Высокий	$10^{-1}-10^{-3}$		
Средний	$10^{-3}-10^{-4}$	1 - 5	Приемлем для профессионалов и неприемлем для населения в целом; появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий в условиях населенных мест
Низкий	$10^{-4}-10^{-6}$	0,1 - 1	Соответствует зоне условно приемлемого (допустимого) риска; именно на этом уровне установлено большинство зарубежных и рекомендуемых международными организациями гигиенических нормативов для населения в целом
Минимальный	Менее $10^{-6}$	Менее 0,1	Соответствует одному дополнительному случаю серьезного заболевания или смерти на 1 млн. лиц подвергшихся воздействию. Такие риски воспринимаются людьми как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных, повседневных. Не требуют дополнительных мероприятий по их снижению, подлежат только периодическому контролю

Условие

Задача №

Алгоритм

Произвести характеристику канцерогенного риска от воздействия бензола при его поступлении в организм человека на протяжении всей жизни ингаляционным путем в результате деятельности химического предприятия. Среднесуточная концентрация бензола составила 0,074 мг/м<sup>3</sup> в воздухе населенного пункта.

1. Проанализируйте и запишите условие задачи

Дано:

С бензола=0,074 мг/м<sup>3</sup>

Вид воздействия

-ингаляционное

Найти: CR

$$LADD = [ C \times CR \times ED \times EF ] / [ BW \times AT \times 365 ],$$

$$CR = 1 - \exp(-SF \times LADD),$$

CR

SF

T

УР

Канцерогенные

Канц

Неканц

Почва

Вода

Воздух

Медицинский

Инженерный

Геозкологический

Медицинский

Оценка

Идентификация

Оценка

Характеристика

Анализ риска

## Условие

## Задача №

## Алгоритм

1. Проанализируйте и запишите условие задачи

Дано:

$C_{\text{бензола}} = 0,074 \text{ мг/м}^3$

Вид воздействия

-ингаляционное

Найти: CR

2. Запишите формулу для расчета канцерогенного риска при ингаляционном поступлении

$CR = 1 - \exp(-SF \times LADD)$ ,

3. Запишите формулу для расчета среднесуточной дозы при ингаляционном поступлении:

$LADD = [C \times CR \times ED \times EF] / [BW \times AT \times 365]$ ,

4. Подставьте численные значения фактора канцерогенного потенциала для бензола, воспользовавшись справочными данными

$SF_{\text{бензола}} = 2,7 \times 10^{-2}$

$LADD = [C \times CR \times ED \times EF] / [BW \times AT \times 365]$ ,

$CR = 1 - \exp(-SF \times LADD)$ ,

LADD

CR

SF

T

УР

Канцерогенные

Канц

Неканц

Почва

Вода

Воздух

Медицинский

Инженерный

Геозкологический

Медицинский

Оценка

Идентификация

Оценка

Характеристика

Анализ риска