

## Лекция 2 Риск – мера опасности

Литература:

1. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защиты окружающей среды (техносферная безопасность): Учебник / С.В. Белов. М. Издательство Юрайт: ИД Юрайт, 2010. 671 с.

2. Занько Н.Г., Малаян К.Р., Русак О.Н. Безопасность жизнедеятельности: Учебник. 13-испр./ Под ред. О.Н. Русака. СПб: Издательство «Лань», 2010. 672 с.

3. Романов В.И. Прикладные аспекты аварийных выбросов в атмосферу. М.: Физматкнига, 2006. 368 с.

4. Романов В.И. Физические процессы при авариях на объектах химического оружия. М.: Физматкнига. 2007. 336 с.

5.

<http://www.mediasphera.ru/mjimp/2005/3/31.pdf>, Международный журнал медицинской практики. 2005. № 3

6.

<http://bgd.iate.obninsk.ru>

7. <http://unesco.ru> – программа Российской Академии наук «Здоровье окружающей среды»

8. <http://sciam.ru> – журнал «В мире науки»

9.

<http://bgd.iate.obninsk.ru>

# АКСИОМА № 1

## Любая деятельность человека потенциально опасна

### Уровень опасности

- **Уровень опасности** — степень ее напряженности, которая выражается скоростью возможного наступления угрожаемого события, его количественной и качественной характеристиками.
- Количественная характеристика включает повторяемость угроз за определенный период времени и масштабы их проявления.
- Качественная оценка состоит в силе разрушительного воздействия ожидаемого события. Примером оценки уровня опасности является шкала Рихтера для землетрясений.
- При возникновении угрозы террористического акта в пределах отдельных территорий (объектов) России устанавливаются специальные уровни террористической опасности:
  - повышенный («синий»), высокий («желтый») и критический («красный»).
- Влияние природного и производственного фактора опасности зависит от рода опасности, интенсивности и длительности воздействия вредного фактора, а также обеспокоенности человека данным видом опасности.
- Для оценки степени загрязнения окружающей среды часто применяются обобщенные индексы загрязнений. Опасности лучше предотвращать, чем на них реагировать.
- Мониторинг опасностей — это система систематических наблюдений за потенциально опасными объектами, оценки фактического состояния этих объектов, прогноза их состояния и оценки прогнозируемого состояния

## Риск

Мерой опасности является РИСК

РИСК – это частота (темп) реализации опасности определенного класса

$$R = \frac{N_{сб}}{N_{общ}} \leq R_{\delta}$$

$$R = \frac{T}{C} \leq R_{\delta}$$

$$R = \frac{\Delta S}{S} \leq R_{\delta}$$

$N_{сб}$ . — число неблагоприятных событий за определенный промежуток времени.

$N_{общ}$ . — общее число событий за тот же определенный промежуток времени

$T$  — численность погибших за год от определенного фактора

$C$  — численность людей, подверженных воздействию этого фактора за год

$\Delta S$  — площадь разрушенных территорий к общей площади  $S$  территорий региона

$R_{\delta}$  — допустимый риск

Индивидуальный риск общего травматизма ( $R_{\text{травм}}$ ) и травматизма с летальным исходом ( $R_{\text{см}}$ ) по отраслям экономики РФ в 2003 г.

Отрасли экономики	$R_{\text{травм}}, 1/\text{год}$	$R_{\text{см}}, 1/\text{год}$
Сельское хозяйство	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$
Авиационный транспорт	$6,8 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-4}$
Промышленность	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
Строительство	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$
Автомобильный транспорт	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$2,0 \cdot 10^{-4}$
Связь	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-5}$
Железные дороги	$7,5 \cdot 10^{-4}$	$1,0 \cdot 10^{-4}$
Транспорт (весь)	$3,7 \cdot 10^{-3}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Всего по России	$4,5 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$

Индивидуальный риск ( $R_{\text{см}}$ ) летального исхода в год, обусловленный различными причинами, для населения США

Причины	$R_{\text{см}}, 1/\text{год}$	Причины	$R_{\text{см}}, 1/\text{год}$
Автомобильный транспорт	$3 \times 10^{-4}$	Воздушный транспорт	$9 \times 10^{-6}$
Падение	$9 \times 10^{-5}$	Падающие предметы	$6 \times 10^{-6}$
Пожар и ожог	$4 \times 10^{-5}$	Электрический ток	$6 \times 10^{-6}$
Утопление	$3 \times 10^{-5}$	Железная дорога	$4 \times 10^{-7}$
Отравление	$2 \times 10^{-5}$	Молния	$5 \times 10^{-7}$
Огнестрельное оружие	$1 \times 10^{-5}$	Ядерная энергия	$2 \times 10^{-10}$
Станочное оборудование	$1 \times 10^{-5}$	Все прочие	$4 \times 10^{-5}$
Водный транспорт	$9 \times 10^{-6}$	Общий риск	$6 \times 10^{-4}$

## Концепции приемлемого риска

- Концепция приемлемого риска – это безопасность, которую допускает общество в данный период времени.
- Т.о., безопасность - понятие опасности, риск которой является приемлемым. Обеспечить безопасность – это значит достичь приемлемого риска.
- Нулевой риск недостижим.
- Опасность подразумевает некую угрозу, существующую независимо от человека, помимо его воли

Для обеспечения заданного уровня безопасности необходимо решить три задачи:

- Идентифицировать опасности
- Разработать защитные меры
- Иметь алгоритм действий в условиях реализации остаточного риска (чрезвычайные ситуации)
  
- Расчет и анализ риска является тем инструментом, при помощи которого потенциальная опасность может быть оценена количественно.

# Расчет и анализ риска

Концептуальная основа анализа риска внешне проста. Она предполагает использование методических подходов, математического аппарата и информационной базы, позволяющих ответить на следующие вопросы:

- 1. Что может функционировать «неправильно» (в нерабочем режиме)?
- 2. Каковы причины этого?
- 3. Каковы возможные последствия?
- 4. Насколько это вероятно?

Итак, в общем случае потенциальная опасность в промышленности характеризуется, по крайней мере, двумя составляющими величинами:

- вероятностью возникновения аварии
- величиной возможного ущерба.

человек постоянно находится в поле потенциальных опасностей, которые обусловлены рядом причин природного, техногенного (антропогенного) и социального характера.

Полностью обезопасить человека введением превентивных средств защиты, в указанное поле опасностей не удастся, а возможно только снизить опасность до некоторой величины остаточного риска

В наиболее благоприятном случае возможно достигнуть уровень приемлемого риска, когда устранимый риск сводится к минимуму.

- В мировой практике понятие риска ( $R$ ) используется при оценивании потенциального ущерба.

- В терминах теории вероятности — опасность ( $H$ ), уязвимость ( $V$ ):

$$\sum Q - \sum P \Rightarrow R_0 = R_{гр} + \Delta R_{устр}$$

$\sum Q$  - поле потенциальных опасностей

$\sum P$  - превентивные средства защиты

$R_0$  - величина остаточного риска

$R_{гр}$  - уровень приемлемого риска

$\Delta R_{устр}$  - устранимый риск

$$R = H \times V$$

- Психологический уровень индивидуального *приемлемого риска* гибели оценивается в  $10^{-6}$ .
- Риск смерти менее  $10^{-6}$  обычно игнорируется.
- Эта пороговая величина использована в стандартах по безопасности ряда европейских стран.
- Средства на снижение риска, если он меньше  $10^{-7}$ , не выделяются.
- Для событий с риском смерти в  $10^{-3}$  организуются контрмеры.
- При уровне риска  $10^{-4}$  люди менее склонны к серьезным действиям, но готовы тратить деньги на уменьшение риска.
- При добровольном индивидуальном риске, когда человек может лично воздействовать на ситуацию, психологический порог значительно выше. За рулем автомобиля человек чувствует себя уверенней, чем авиапассажир в полете, считая, что в состоянии справиться с ситуацией.

Средний приемлемый риск в профессиональной сфере составляет в России примерно  $2,5 \cdot 10^{-4}$  в год.

# Средний и допустимый уровни риска

Показатель	Уровень риска
<b>Неприемлемым риском в России считается величина</b>	<b><math>10^{-3}</math></b>
<b>Мак. приемлемым индивидуальным риском в промышленности считается величина</b>	<b><math>10^{-6}</math></b>
<b>Пренебрежительно малым индивидуальным риском</b>	<b><math>10^{-8}</math></b>

# Сколько надо израсходовать средств, чтобы спасти человеческую жизнь?

- Для сравнения риска предлагается ввести экономический эквивалент человеческой жизни.
- По зарубежным исследованиям жизнь оценивается от 650 тыс. до 7 млн долларов США.

## Источники риска смертности современного человека

- по внутренней среде организма (генетические и соматические заболевания, процессы старения);
- по внешней среде обитания;
- по профессиональной и непрофессиональной деятельности (заболевания, несчастные случаи, аварии и травматизм и т. д.);
- по социальной среде (суицид, преступления, наркотики, войны).

## Оценки риска смерти за год

- Приемлемые уровни риска можно связать с продолжительностью жизни человека, то есть с риском смерти  $10^{-2}$  в год (один раз в 100 лет). Эта величина может считаться социально-приемлемым уровнем риска.
- Величину реального уровня риска смерти характеризует содержание таблицы

Уровень риска	Ситуация
$(1-5) \cdot 10^{-6}$	Отравление выхлопными газами автомобиля
$10^{-5}$	Естественная среда обитания (землетрясения, наводнения, ураганы, грозы и др.)
$(0,4-2) \cdot 10^{-5}$	Загрязнения атмосферного воздуха выбросами ТЭС
$7,5 \cdot 10^{-5}$	Военные действия в мирный период
$5 \cdot 10^{-4}$	Риск смерти от 30-летнего курения
$(1,8-2,7) \cdot 10^{-3}$	Смертность в России в 2008-2010 гг. для возрастной группы 20-25 лет
$(2-10) \cdot 10^{-2}$	Неядерная война

**Оценки вклада (%) различных факторов в преждевременную смертность в России**

Причины смерти	Образ жизни	Окружающая среда	Генетика	Медицина
В среднем	48,5	15,8	24,9	10,8

Вероятность гибели от техногенных катастроф в 2008 г. оценивалась в  $2,4 \cdot 10^{-6}$ , а от природных явлений в  $5 \cdot 10^{-7}$ , что сравнимо с возможностью гибели в авиакатастрофах в 2008 г. на самолетах Аэрофлота ( $3,4 \cdot 10^{-6}$ ) и на самолетах европейских компаний и США ( $0,7 \cdot 10^{-7}$ ). Это существенно меньше, чем вероятность гибели от дорожно-транспортных происшествий. В Ленинградской области в 2010 году она составляла  $2,7 \cdot 10^{-4}$ , что было сравнимо с уровнем убийств и самоубийств в РФ ( $2,6 \cdot 10^{-4}$ ).

# Основные причины смерти в мире

Всего смертей, млн чел.

2012 год

**50**

2030 год

**69,2**

Место	Причина	Количество смертей, млн чел.		Доля от общего количества смертей, %		
		2012	2030	2012	2030	
1	1	Ишемическая болезнь сердца	7,4	9	13,2	13,2
2	2	Инсульт	6,7	9	11,9	12,2
3	3	Хроническое обструктивное заболевание легких	3,1	5	5,6	6,5
4	4	Респираторные инфекции нижних дыхательных путей	3,1	4	5,5	5,0
5	6 ↓	Рак легких, трахеи и бронхов	1,6	2	2,9	3,4
6	5 ↑	Диабет	1,5	2	2,7	3,5
7	9 ↓	Диарея	1,5	2	2,7	2,3
8	8	ВИЧ/СПИД	1,5	2	2,7	2,6
9	7 ↑	ДТП	1,3	2	2,2	2,6
10	10	Гипертоническая болезнь сердца	1,1	1	2	2,1
	↑	<b>Итого</b>	<b>25,7</b>	<b>37</b>	<b>51,4</b>	<b>53,4</b>
	↓	<b>Другие причины</b>	<b>24,3</b>	<b>32,2</b>	<b>48,6</b>	<b>46,6</b>

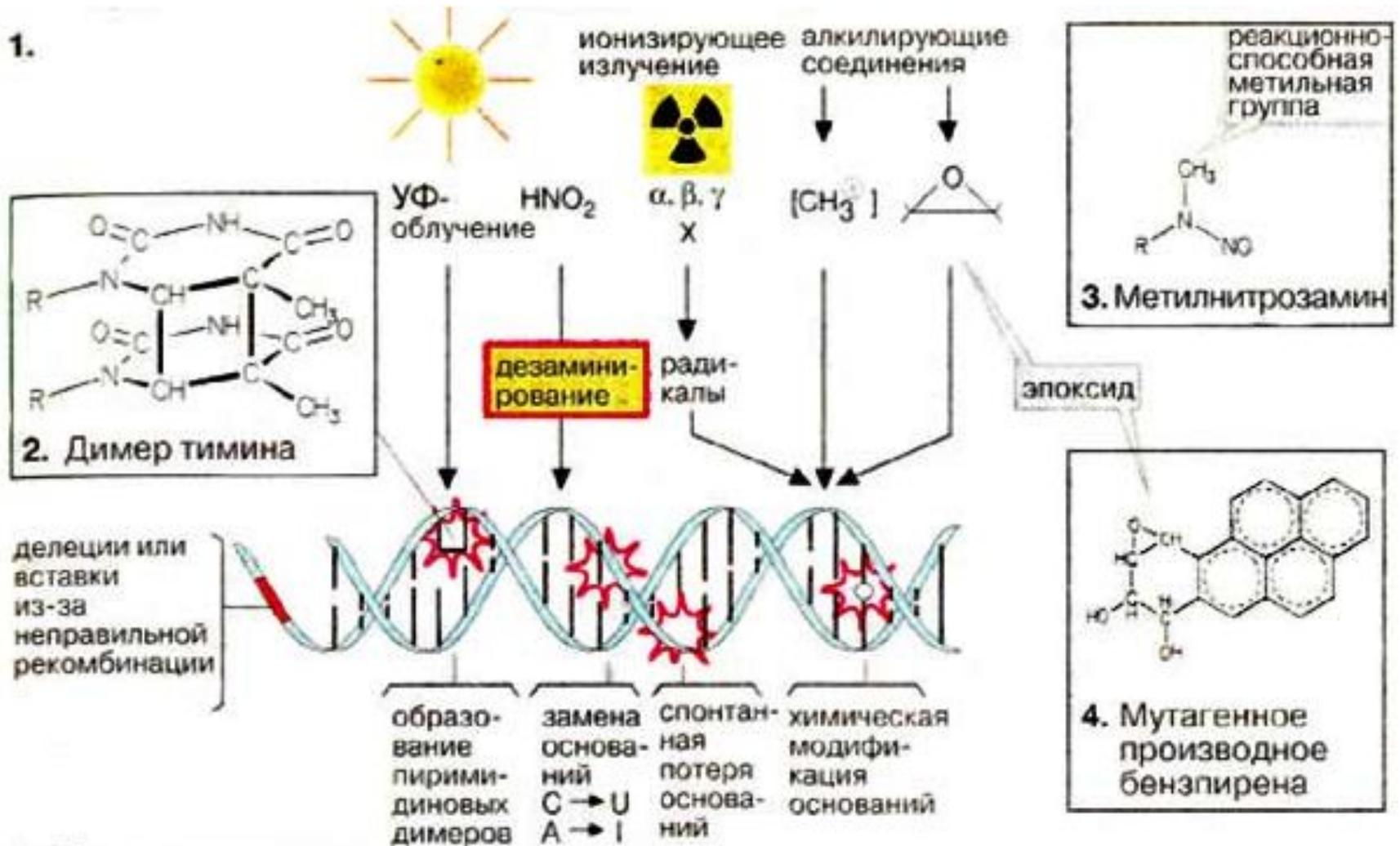
Источник: ВОЗ

## Оценки вклада (%) различных факторов в преждевременную смертность в России

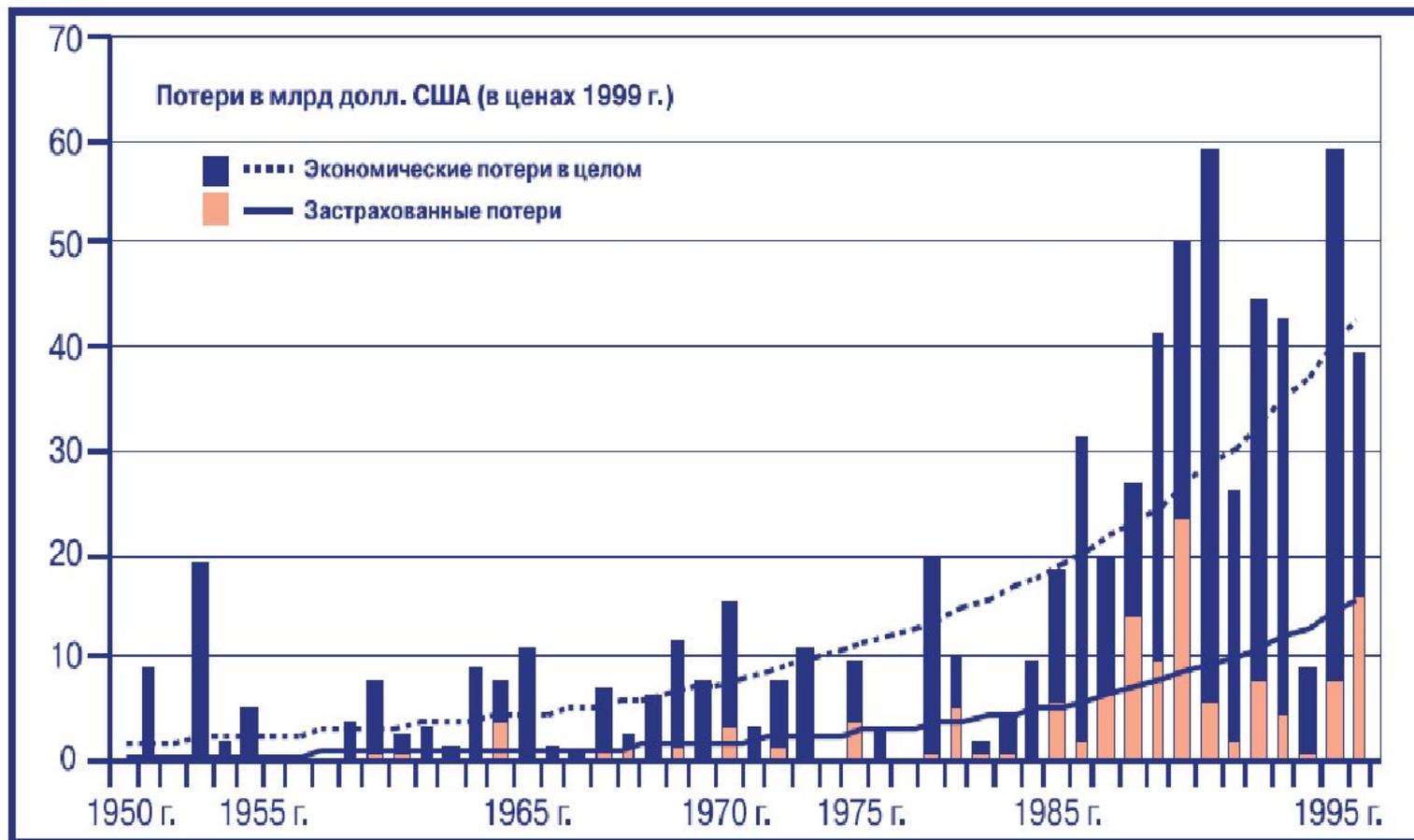
В обычной жизни 41,4 % всех смертных случаев связано с курением, с алкоголем — 27,6 %, с дорожно-транспортными происшествиями — 15,4 %, со стихийными бедствиями — 4,4 %, с огнестрельным оружием (4,6 %)

Причины смерти	Образ жизни	Окружающая среда	Генетика	Медицина
Болезни сердца	54	9	25	12
Новообразования	27	34	29	10
Нарушения мозгового кровообращения	50	22	21	7
Дорожно-транспортный травматизм	69	18	1	12
Диабет	26	0	68	6
Цирроз печени	70	9	18	3
Самоубийства	60	35	2	3
Несчастные случаи	51	31	4	14
В среднем	48,5	15,8	24,9	10,8

1.



**A. Мутагенные агенты**



**Рис. 7. Рост ущерба от неблагоприятных природных явлений.** Число событий, связанных с погодой, возросло более чем в 5 раз (72 – в 1940–1944 гг., 13 и 16 – в 1950-е 1960-е годы, 29 и 44 – в 1970-е и 1980-е). При этом не наблюдается рост числа событий, не связанных с погодой: 17 – в 1990-е, 19 – в 1980-е, 18 – в 1970-е (МГЭИК, 2001).

# Алгоритмы государственной безопасности

**Предотвращать – Снижать воздействие – Ликвидировать последствия**  
**Определяется Средней продолжительностью жизни**

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИКИ РОССИИ ЗА 2008 г.

ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ: **142,8** млн. чел.

РОЖДЕНО: **1 713 947** чел.

УМЕРЛО: **2 075 954** чел.

РОЖДАЕМОСТЬ: **12,1** младенца / 1000 чел.

СМЕРТНОСТЬ: **14,6** смертей / 1000 чел.

РОСТ ПОПУЛЯЦИИ: **отрицательный, 2,5** чел. / 1000 чел.

СРЕДНЯЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ :

МУЖЧИНЫ - **61,5** лет

ЖЕНЩИНЫ - **73,9** лет

ОФИЦИАЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИКИ РОССИИ ЗА 2016

Г.  
ЧИСЛЕННОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ: **146,6** млн. чел.

РОЖДЕНО: **1 888 729** чел.

УМЕРЛО: **1 891 015** чел.

РОЖДАЕМОСТЬ: **12,9** младенца / 1000 чел.

СМЕРТНОСТЬ: **12,9** смертей / 1000 чел.

РОСТ ПОПУЛЯЦИИ: **отрицательный, 0,01** чел. / 1000 чел.

СРЕДНЯЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ :

МУЖЧИНЫ - **66,5** лет

ЖЕНЩИНЫ - **77,06** лет

## ТАБАК ЕЖЕГОДНО УБИВАЕТ:

во всем мире - 5,4 млн чел.;  
**в России - 500 тыс. чел.;**  
в США - 500 тыс. чел.



## АЛКОГОЛЬ ЕЖЕГОДНО УБИВАЕТ:

во всем мире - 1,8 млн чел.;  
**В России - 500-750 тыс. чел.;**  
В США - 64 тыс. чел.



# **Алгоритмы государственной безопасности**

**Предотвращать – Снизить воздействие – Ликвидировать  
последствия  
определяются**

- Устойчивостью экосистем**

**Экологический кризис –  
критическое состояние окружающей природной среды**

**Экологическое бедствие – чрезвычайное событие  
антропогенного характера**

**Экологическая катастрофа –  
Бедствие крупных масштабов, приводящее к необратимым  
изменениям окружающей природной среды**

Распоряжением правительства РФ №791 от 27 октября 2008 года утверждена Федеральная Целевая Программа "Национальная система химической и биологической безопасности Российской Федерации (2009 - 2013 годы)"

**Угрозы:**

- **трансграничные заносы на территорию Российской Федерации известных и неизвестных ранее незндемичных патогенов и экопатогенов.**
- **несанкционированное использование потенциально опасных генно-инженерно-модифицированных организмов, которые не прошли соответствующих испытаний и неизвестны специализированным службам государственного надзора Российской Федерации**
- **применение на территории Российской Федерации опасных и особо опасных биологических агентов и химических веществ в террористических целях**

- Определить риск гибели человека на производстве в нашей стране, если известно, что ежегодно погибает около 7000 человек, а численность работающих составляет 70 млн. человек. Сравнить с допустимым риском.
- Ежегодно в России вследствие различных опасностей неестественной смертью погибают около 500 тыс. человек. Принимаемая численность населения страны равной 145 млн. человек, определить риск гибели жителя страны от опасностей. Сравнить с допустимым риском.
- Определить риск попадания в фатальный несчастный случай, связанный с ДТП, если ежегодно погибает в этих происшествиях 35 тыс. человек (население России составляет 145 млн. человек). Сравнить с допустимым риском.