

Проблемы неопределенностей и допустимости оценки риска

Семинар «Промышленная безопасность»
УМЦ ЗАО НТЦ ПБ, 23 ноября 2015

д.т.н., директор Центра анализа риска ЗАО НТЦ ПБ
Лисанов Михаил Вячеславович
Tel/fax (495) 620-47-50; e-mail: risk@safety.ru

Москва, 23.11.2015

Содержание сообщения

- понятие и источники неопределенностей при расчетах,
- требования к учету неопределенностей расчетов при анализе риска;
- чувствительность результатов оценки риска к исходным данным,
- Консервативность допущений («не хуже чем») оценок риска;
- подходы к установлению допустимого риска, основные ошибки и проблемы;
- апробация РБ-методики установления допустимого риска;
- примеры из нашей практики.

Оценка неопределенности техногенного риска

Неопределенность изначально трактовалась как мера разброса получаемых результатов.

В метрологии

Неопределенность измерения отражает тот факт, что для данного измерения имеется не единственное, а бесконечное число значений, рассеянных вокруг результата, который *может быть обоснованно приписан* измеряемой величине.

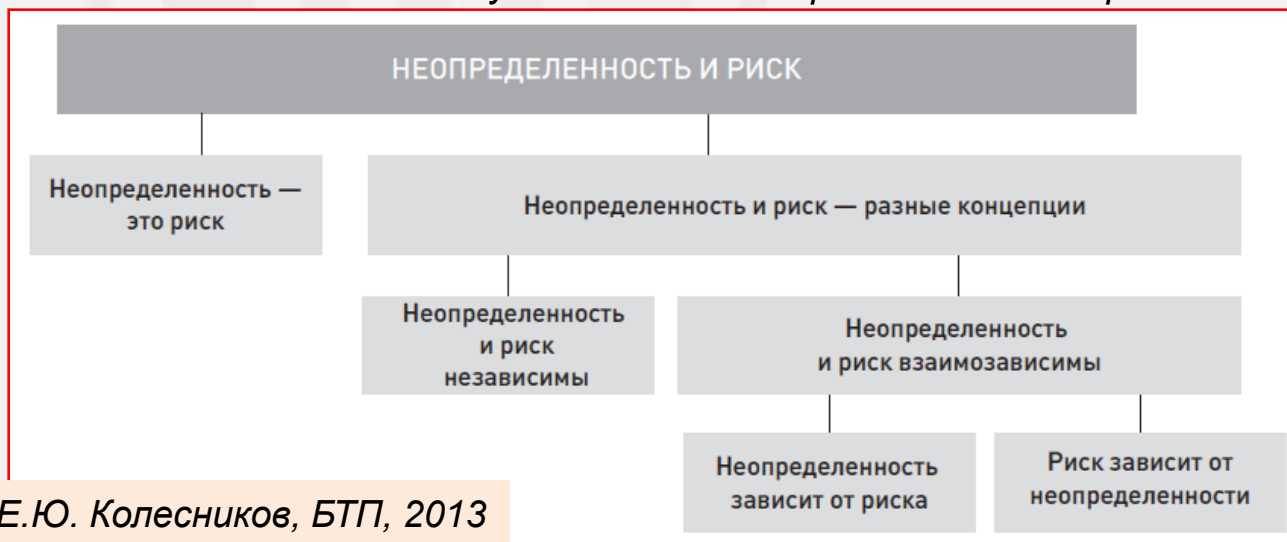
В теории анализа техногенного риска (АТР) понятие неопределенность используется в двойном смысле, а именно — качественном и количественном:

неопределенность — это **качественная характеристика** такого состояния знаний о предмете исследований, для которого характерны:

- недостаточное понимание основных действующих факторов и закономерностей их проявления,
- нехватка и/или неоднозначность информации об особенностях ситуации или технической системе.

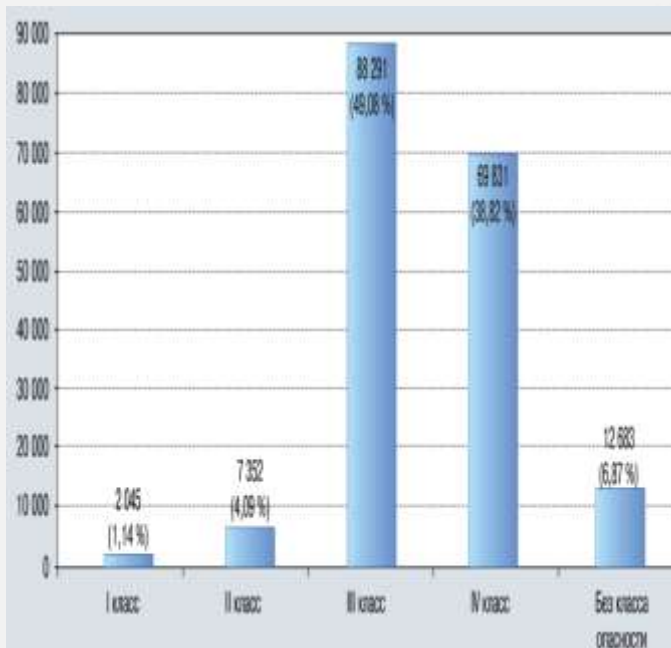
неопределенность — это **количественная оценка** возможного разброса полученных значений.

Соотношения между понятиями неопределенность и риск:



Е.Ю. Колесников, БТП, 2013

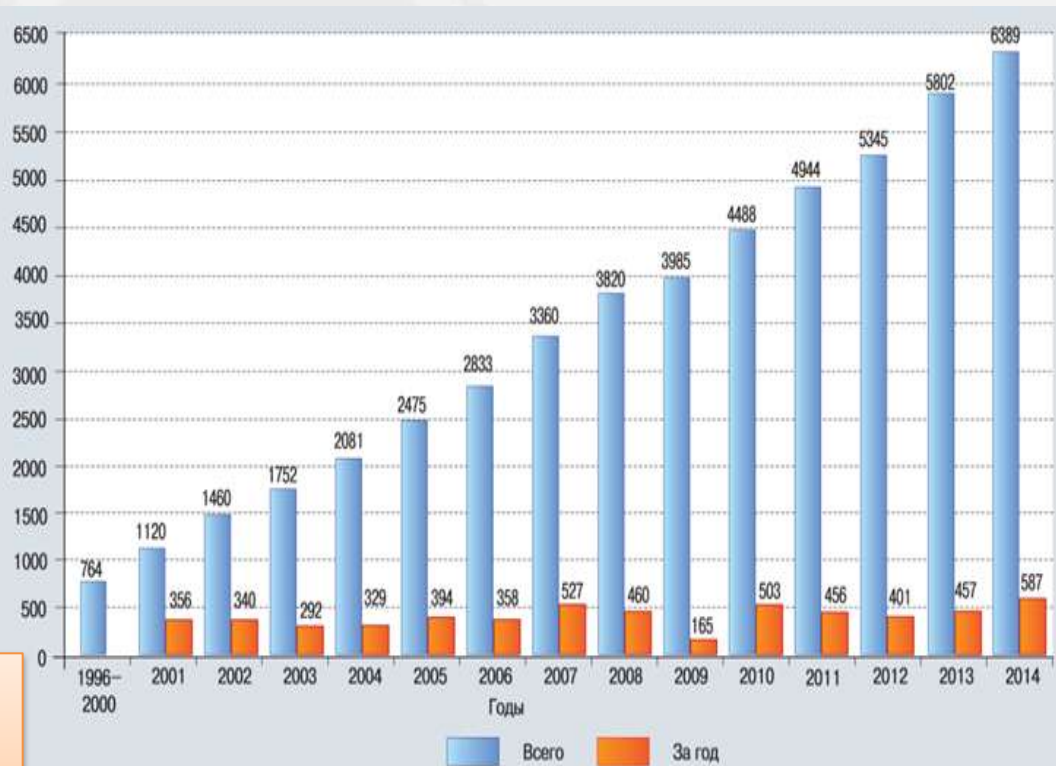
Наиболее полно количественный анализ риска представлен в декларациях промышленной безопасности ОПО (аналога Safety Report по Директивам Севезо №96/82/ЕС/Севезо III от 24.07.2012)



Всего зарегистрировано ~180 тыс. ОПО, в т.ч. 5,2%:

I класса – 2 тыс. ОПО

II класса – 8 тыс. ОПО



Обобщенные сведения о ходе декларирования промышленной безопасности ОПО (1996-2014 гг.)

РД-03-14-2005:



п.42 Требования к оформлению результатов анализа риска:
- при изложении результатов оценки риска аварии следует указать влияние исходных данных и принятых допущений на рассчитываемые показатели риска.

РБ «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска...» (2015):

п.52. В отчет по количественной оценке риска рекомендуется включать....:
... анализ неопределенностей результатов оценки риска аварии;...

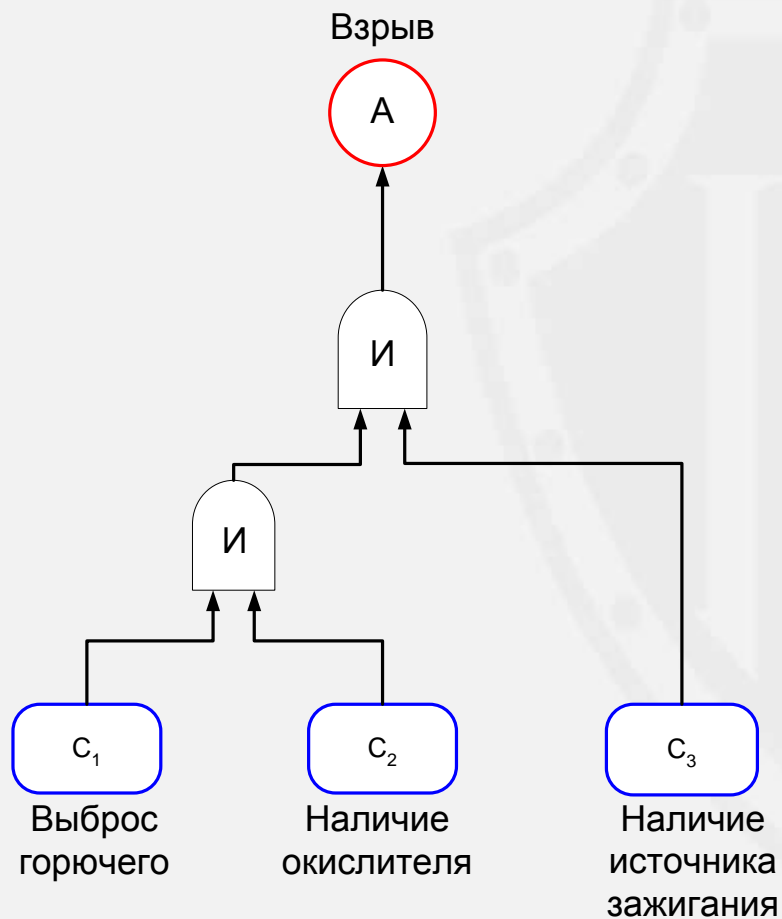
Чувствительность

исследование зависимости некоторого результирующего показателя от вариации значений показателей, участвующих в его определении.

?

что будет с результирующей величиной, если изменится значение некоторой исходной величины?

Влияние неопределенности исходной информации на расчет вероятности аварии (пример)



Вероятность исходных событий

Событие	Средняя вероятность	Интервалы вероятности	Доверительные интервалы на уровне значимости 95%
C_1	10^{-3}	10^{-4} 10^{-2}	$3 \cdot 10^{-4}$ $3 \cdot 10^{-6}$
C_2	10^{-1}	10^{-2} 1	$3 \cdot 10^{-2}$ $3 \cdot 10^{-1}$
C_3	10^{-2}	10^{-3} 10^{-1}	$3 \cdot 10^{-3}$ $3 \cdot 10^{-2}$

Оценка вероятности аварии

Событие	Средняя вероятность	Интервалы вероятности	Доверительные интервалы на уровне значимости 95%
А	10^{-6}	10^{-3} 10^{-9}	$2 \cdot 10^{-5}$ $4 \cdot 10^{-6}$

3 источника неопределенности результатов КОР:

- 1) неопределенность **параметров** (статистика выброса, воспламенения, метеоусловия, неполнота технологических данных...);
- 2) неопределенность **моделей** (процессы рассеяния, воспламенения/взрыва критерии поражения, ...);
- 3) неопределенность **знаний** об аварийных процессах.

Например:

- В оценке **частоты** выброса ОВ и аварийных сценариев. Данная неопределенность линейно влияет на показатели риска, т.е.
 - чем ↑ частота, тем ↑ риск.
- В оценке **массы облака**, способного к взрывным превращениям. Данная неопределенность нелинейно влияет на показатели риска, т.е.
 - чем ↑ масса, тем ↑ риск, но не линейно.
- Этап **жизненного цикла** ОПО: на ранней стадии проектирования неполнота исходных данных – основной источник неопределенностей.
- **Задачи** анализа риска: при определении Мин Доп Расстояний часто применяются «оценки сверху» (консервативный подход).

Эти факторы необходимо учитывать при сравнении расчетов, в том числе при осреднении результатов и установлении допустимого риска

Необходимость дальнейшего совершенствования методик анализа риска аварий на ОПО

связана с обеспечением **риск-ориентированного подхода**, внедряемого на основе:

- ❖ **Перечня поручений Президента Российской Федерации от 29 марта 2010 г. Пр-839 (подпункт «в» п.2);**
- ❖ **«Плана мероприятий по совершенствованию контрольно-надзорных и разрешительных функций и оптимизации предоставления государственных услуг, оказываемых Ростехнадзором» (утв. распоряжением Правительства РФ от 02.08.2011 №1371-р);**
- ❖ **«Плана-графика подготовки НПА по изменению законодательной базы в целях применения передовых технических норм, соответствующих международным стандартам...» (письмо Председателя Правительства РФ от 26.08.2011 г. ВП-П9-6105);**
- ❖ **Перечня поручений Правительства Российской Федерации от 05.08.2013 г. № АД-П9-5534 ...**

Выполнение поставленных задач сопровождалось широким обсуждением вопросов анализа риска, в т.ч. на НТС, конференциях и в журнале «Безопасность труда в промышленности».

ВСЕГО разработано документов (РБ), связанных с анализом риска (2013-2015 гг.)	13
Утверждено	12
в стадии проекта	1

Методология анализа риска в России гармонизирована с зарубежными подходами:

РБ «Методические основы...»/РД 03-418-01, ГОСТ Р 51901.1-2002, ... и др. <
= > ISO 31010, ISO 17776, ... и др.

Основные вопросы анализа риска:

1) *Что плохого может произойти?*

(Идентификация опасностей),

2) *Какова возможность возникновения негативных событий?*

(Анализ частоты),

3) *Какие могут быть последствия?*

(Анализ последствий).

РИСК аварии – мера опасности, характеризующая возможность возникновения аварии на ОПО и соответствующую ей тяжесть последствий (*РБ-МО -2015*).

АНАЛИЗ РИСКА аварии (анализ опасностей и оценка риска аварий) – взаимосвязанная совокупность научно-технических методов исследования опасностей возникновения, развития и последствий возможных аварий для обеспечения промышленной безопасности ОПО (*РБ-МО -2015*).

Перечень существующих и вновь разрабатываемых в сфере деятельности Ростехнадзора руководств по безопасности (РБ) по анализу риска аварий

№	№ РБ в матрице	Наименование РБ	Характеристика методики
1	1.4	Методика оценки риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазоперерабатывающей, нефте- и газохимической промышленности	Количественная оценка риска аварии, примеры построения деревьев событий, расчет истечения и массы выброса опасных веществ, показателей риска (Утв. приказом РТН №646 от 27.12.2013 г.);
2	1.5	Методические рекомендации по проведению количественного анализа риска аварий на опасных производственных объектах магистральных нефтепроводов и нефтепродуктопроводов	Расчет показателей риска линейной части и площадочных сооружениях, ранжирование опасности магистральных нефтепроводов и магистральных нефтепродуктопроводов (Утв. приказом РТН №646 от 27.12.2013 г.);
3	2.1	Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах	Актуализация РД 03-418-01, Основной документ. Содержит: методологию, расчет показателей риска, МВКП, дополнены: описанием методов анализа HAZID, барьеров безопасности, критериев поражения, статистическими данными (ТНО) (Утв. приказом РТН №188 от 13.05.2015 г.);
4	2.2	Методика моделирования распространения аварийных выбросов опасных веществ	Актуализация РД-03-26-2007. Уточнение примеров, расчеты распространения опасных веществ в атмосфере, основанные на модели рассеяния «тяжелого» газа (Утв. приказом РТН №158 от 20.04.2015 г.);
5	2.3	Методика оценки риска аварий на технологических трубопроводах, связанных с перемещением взрывопожароопасных газов	Объекты: технологические трубопроводы и эстакады, транспортные пути перевозки газообразных опасных веществ (Утв. приказом РТН №365 от 17.09.2015 г.);
6	2.4	Методика оценки риска аварий на технологических трубопроводах, связанных с перемещением взрывопожароопасных жидкостей	Объекты: технологические трубопроводы и эстакады, транспортные пути перевозки опасных жидкостей (Утв. приказом РТН №366 от 17.09.2015 г.);

№	№ РБ в матрице	Наименование РБ	Характеристика методики
7	2.5	Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварийных взрывов топливно-воздушных смесей»	Актуализация РД 03-409-01. Расчет параметров ударных волн при взрывах ТВС, оценка зон разрушения (Утв. приказом РТН №159 от 20.04.2015 г.);
8	2.6	Руководство по безопасности «Методика оценки последствий аварий на взрывопожароопасных химических производствах»	Соотношения вычислительной гидродинамики CFD для расчета рассеяния в 3-мерном пространстве (Утв. приказом РТН №160 от 20.04.2015 г.);
9	2.7	Руководство по безопасности «Методы обоснования взрывоустойчивости зданий и сооружений при взрывах топливно-воздушных смесей на опасных производственных объектах»	Развитие ФНП «Общие правила взрывобезопасности..» (прил. 3), Методические рекомендации ЗапСиб-2, API 752, GS EP SAF 253 (Тоталь) (Утв. приказом РТН №189 от 13.05.2015 г.);
10	2.8	Руководство по безопасности «Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазодобычи»	Расчет последствий и показателей риска аварий на сухопутных объектах нефтегазодобычи (Утв. приказом РТН №317 от 17.08.2015 г.)
11	2.9	Руководство по безопасности «Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах морского нефтегазового комплекса»	Расчет последствий и показателей риска аварий на объектах нефтегазодобычи на шельфе (Утв. приказом РТН №364 от 17.08.2015)
12	2.10	Руководство по безопасности «Методические рекомендации по разработке обоснования безопасности опасных производственных объектов нефтегазового комплекса»	Рекомендации к содержанию технического задания на разработку обоснования безопасности (Утв. приказом РТН №387 от 30.09.2015)
13	2.11	Руководство по безопасности «Методика установления допустимого риска аварии на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса»	Методика, устанавливающая критерии допустимого риска аварий при разработке обоснования безопасности (проект разослан на отзыв).

Исходная статистика выбросов и воспламенения ОВ в методиках РТН

Разгерметизация оборудования:

- База данных **TNO** (для сухопутных ОПО) *
- База данных **OGP** (для морских ОПО)

* Кроме магистральных трубопроводов (данные Ростехнадзора)

Условная вероятность воспламенения:

- Приложения приказа МЧС №404 для расчета пожарного риска (**TNO**)
- Стандарт Shell-Газпром (учет распределения и вероятности срабатывания источников зажигания)

Насколько применима зарубежная статистика для наших условий?

Человеческий фактор: Россия – особый путь развития...!?

(дисциплина в н/г отрасли, применение зарубежного опыта, импортное оборудование, сравнимость надежности и аварийности...)

- РБ утверждено

- Проект РБ

- не в полной мере учитывает отраслевую специфику

Элементы (алгоритмы) методик	Объекты МЕТАЛЛУРГИИ	Объекты ХИМИИ, НЕФТЕ-, ГАЗО-ПЕРЕРАБОТКИ	СУХОП. объекты нефте-, газодобычи	МОРСКИЕ объекты нефте-газодобычи	МАГИСТРАЛЬНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ СУГ, в т.ч. аммиака	МАГИСТРАЛЬНЫЕ НЕФТЕ-, И НЕФТЕПРОДУКТОВЫЕ ПРОВОДЫ	МАГИСТРАЛЬНЫЕ ГАЗОПРОВОДЫ, ПХГ
КАЧЕСТВЕННЫЕ/ ПОЛУКОЛИЧЕСТВЕННЫЕ МЕТОДЫ	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ (HAZID/HAZOP и др.)	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
SIL (надежность ПАЗ)	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
ПОКАЗАТЕЛИ РИСКА, КРИТЕРИИ ПОРАЖЕНИЯ, СТАТИСТИКА ВЫБРОСОВ	2.1	2.1, 1.4	2.1	2.1	2.1	2.1, 1.5	2.1
КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВ, УЧАСТВУЮЩИХ В АВАРИИ	2.2	2.2, 2.3, 2.4, 2.6,	2.2, 2.8, 2.3, 2.4	2.2, 2.9, 2.3, 2.4, 2.6	2.8	2.2, 2.5, 1.5	2.8
ПОСЛЕДСТВИЯ ВЗРЫВА	2.2, 2.5	2.2, 2.5, 2.6	2.2, 2.5	2.2, 2.5	2.1, 2.5	2.1, 2.5	2.1, 2.5
ПОСЛЕДСТВИЯ ТОКСИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ	2.2	2.2, 2.6	2.2	2.2	2.2	2.2, 1.5	2.2
РИСК РАЗРУШЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7, 1.5	2.7
РИСК ГИБЕЛИ ЛЮДЕЙ	2.1	2.1	2.1, 2.8	2.1, 2.9	2.1	2.1	2.1
РИСК ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ, Ж/Д ЭСТАКАД, ПЕРЕВОЗОК	2.3, 2.4	2.3, 2.4	2.3, 2.4	2.3, 2.4	2.3, 2.4	2.4	2.3
ТЕРМИЧЕСКОЕ ПОРАЖЕНИЕ (ФАКЕЛ, ОШ...)	Методика расчета пожарного риска (приказ МЧС России №404)						
КРИТЕРИИ ДОПУСТИМОГО РИСКА	2.7, 2.11	2.7, 2.11	2.7, 2.11	2.7, 2.11	2.7, 2.11	2.7, 2.11	2.7, 2.11

Выбор методов и показателей риска определяется задачами анализа риска!

На разных стадиях жизненного цикла результаты оценки риска для ОПО могут существенно различаться

Рекомендации по выбору методов анализа риска аварий (РБ МетОсновы)

Метод	Стадии жизненного цикла ОПО				
	Размещение ОПО (предпроектные работы)	Проектирование	Ввод /вывод из эксплуатации	Эксплуатация	Консервация
Проверочный лист	+	+	+	+	+
Что будет, если...?	0	+	++	++	+
Идентификация опасностей	++	+	0	0	0
Анализ опасностей и работоспособности	+	++	+	+	0
Анализ видов и последствий отказов	+	++	+	+	0
Анализ деревьев отказов	0	++	+	+	0
Анализ деревьев событий	0	++	+	+	0
Анализ барьеров безопасности	+	++	+	+	+
Количественная оценка риска аварий	++	++	+	+	+

Основные показатели риска

34. Для оценки риска аварий рекомендуется использовать следующие основные показатели риска:

- индивидуальный риск $R_{\text{инд}}$,
- потенциальный риск $R_{\text{пот}}$,
- коллективный риск $R_{\text{колл}}$,
- социальный риск $F(x)$,
- частота реализации аварии с гибелью не менее одного человека R_1 .

Но не частота аварии (проблема отсутствия критериев «авария» /«инцидент»)

Дополнительные показатели риска

Таблица № 7-1

Обозначение показателя риска		Наименование	Единица измерения
Линейные объекты	Площадочные объекты		
$\Lambda_{\text{мн}}$	P_A	Интенсивность аварий/частота разгерметизации оборудования	год ⁻¹
Λ_{1000}	-	Удельная интенсивность аварий	1/(1000 км·год)
-	$P_{\text{Эф}}$	Частота возникновения аварий, связанных с возникновением поражающего эффекта (взрыв, пожар или огненный шар)	год ⁻¹
M_A	-	Средняя масса утечек опасных веществ при аварии	ТОНН
	$m_{A'}, m_a$	Средняя масса потерь опасных веществ/средняя масса потерь опасных веществ при наиболее опасном и наиболее вероятном сценарии аварии	ТОНН
R_m	R_m	Ожидаемая масса потерь опасных веществ при аварии	т/год
R_{m1000}	-	Удельные ожидаемые потери опасных веществ при аварии	т/(1000 км·год)
	$Y_{A'}, Y_a$	Средний размер ущерба/средний размер ущерба при наиболее опасном и наиболее вероятном сценарии аварии	тыс. руб.
$R_{\text{НС1}}/R_{\text{НС10}}/$ $R_{\text{НС50}}$	$R_{\text{НС1}}/R_{\text{НС10}}/$ $R_{\text{НС50}}$	Частота гибели 1/10/50 и более человек при авариях (интенсивность возникновения крупных аварий с групповыми смертельными несчастными случаями)	год ⁻¹
-	$N (N_2)/n (n_2)$	Возможное число потерпевших (в том числе погибших) при наиболее опасном (наиболее вероятном) сценарии аварии (в том числе среди персонала, населения и иных физических лиц)	чел.
$\text{МВКП}_{\text{л}}$	$\text{МВКП}_{\text{п}}$	Максимально возможное количество потерпевших (в том числе погибших) при авариях	чел.

Отличие методик Ростехнадзора от зарубежных

отличия связаны с:

1) применением отдельных методик, критериев поражения, например, по последствиям взрывов облаков топливно-воздушных смесей (РБ-ТВС/РД 03-409-01 и методика TNO-Multi-Energy);

2) допущениями, применяемыми на практике (например, в зарубежной практике не рассчитываются сценарии с полным разрушением резервуаров СПГ);

3) отсутствием в России:

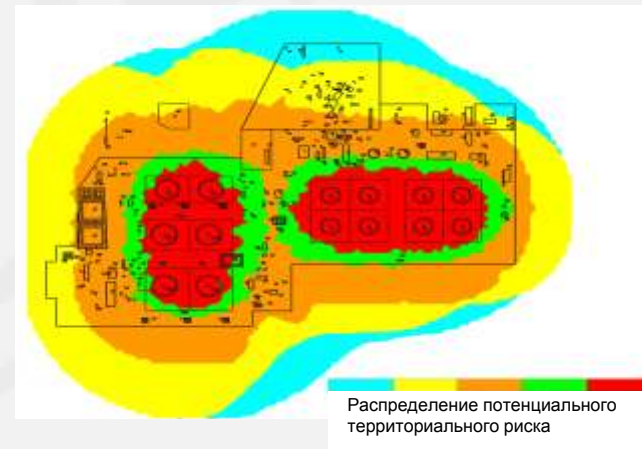
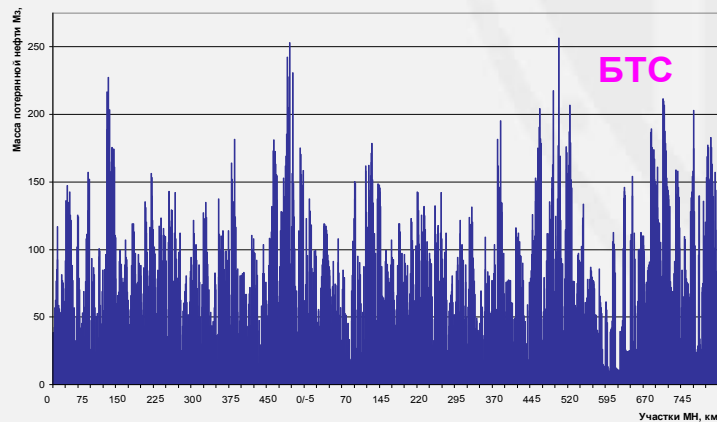
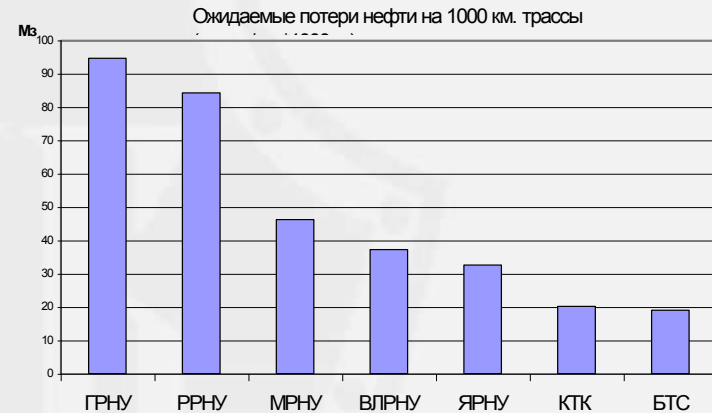
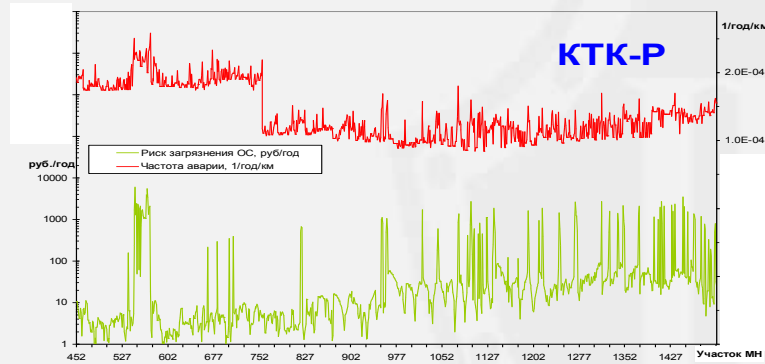
- баз данных по надежности оборудования, инцидентам и аварийности;

- программного средства для расчета взрывных нагрузок в помещениях (например, в платформах) с учетом вероятности их возникновения (аналога FLACS) – ТОКСИ- ???;

4) установлением критериев допустимого (приемлемого) риска аварий, которые за рубежом устанавливаются на основе принципа ALARP и, как правило, компаний, а не законодатели или надзорные органы (*критерии нужны для успокоения общественности, для обоснования строительства объекта*).

РБ-МО, РД-03-14-2005:

Количественная оценка показателей риска аварий: ранжирование опасностей, сравнительный анализ



Достоинства и ограничения количественной оценки риска (КОР)

«Риск-анализ – наука о допущениях»!

Достоинство :

- выявление «слабых мест» математическими средствами;
- сравнение различных опасностей по единым показателям
- наглядность результатов.

Ограничения /недостатки :

- Большой объем необходимой информации и расчетов
- Существенная зависимость результатов расчета от достоверности исходных данных и допущений -
- Возможность «подгонки расчетов» под результат

На практике КОР:

- «вероятностный анализ последствий» (ВАП), при котором не анализируются события и факторы, предшествующие разгерметизации оборудования и выбросу вещества, в т.ч. «человеческий фактор»; - для этого нужны методы «**деревьев отказов**», но на практике применяют **HAZOP** и иные качественные методы анализа.
- Экспертная оценка, основанная на допущениях моделей и расчетах показателей риска.

Наиболее эффективен для сравнительного анализа мер безопасности:

- На стадии проектирования, размещения объекта, устройств;
- При сравнении и обосновании технических решений, мер защиты;
- При оценке последствий аварий с выбросом опасных веществ.

Консервативность допущений

1) гибель людей:

- равномерность распределения людей;
- завышение вероятности гибели людей, в т.ч. 100% при пожаре-вспышке, в зданиях, населения (не учет времени пребывания) в приказе №404 МЧС;

2) последствия выброса ОВ:

- оценка доли массы ОВ, участвующей в аварии (от 10% от расчета НКПР/ВКПР до 100% массы выброса);
- 5 кратный расход ОВ из смежных трубопроводов;
- погодные условия (1F – 10D, ...дождь?);
- ограждения, препятствия;

3) условия инициирования взрыва ТВС:

- вероятность воспламенения ОВ (нефть: 0,1- 0.2 вместо 0.01),
- время инициирования облака ТВС (в наиболее опасный момент);
- не учет снижения загроможденности пространства при горении облака ТВС вне установок (учитывается в МЕ);

Консервативность допущений

4) Критерии поражения/разрушения:

- разрушение зданий по R_f вместо $R_f \& I_f$ (АА Швыряев: до 40% по сравнению только по $R_{разр}$);
- не учет спец одежды при пожаре;

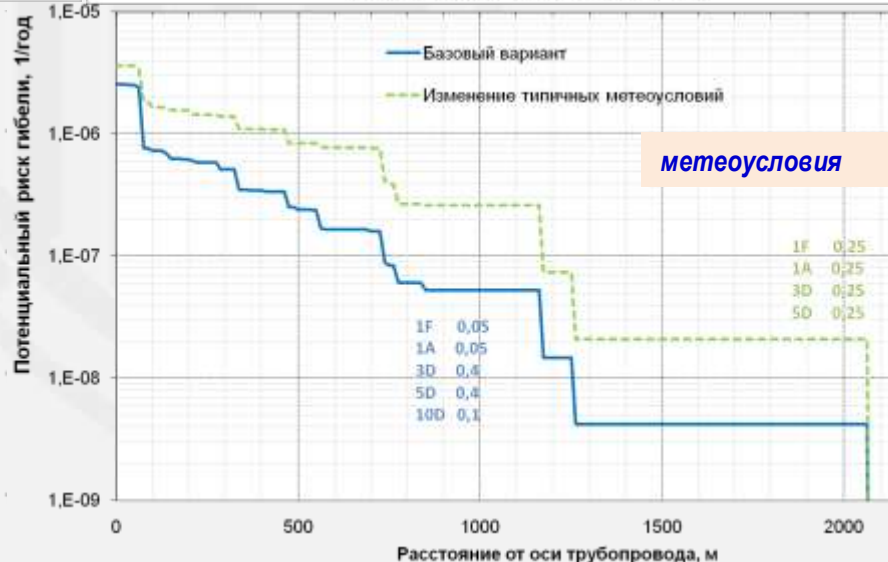
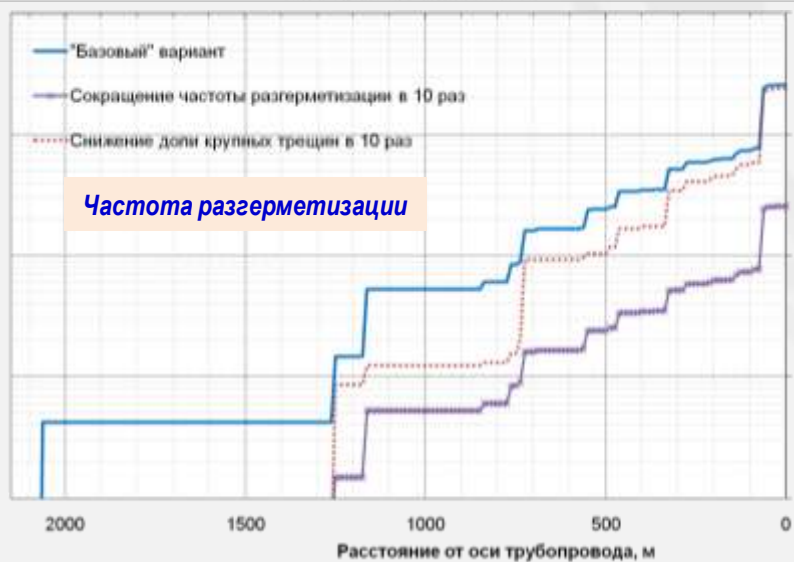
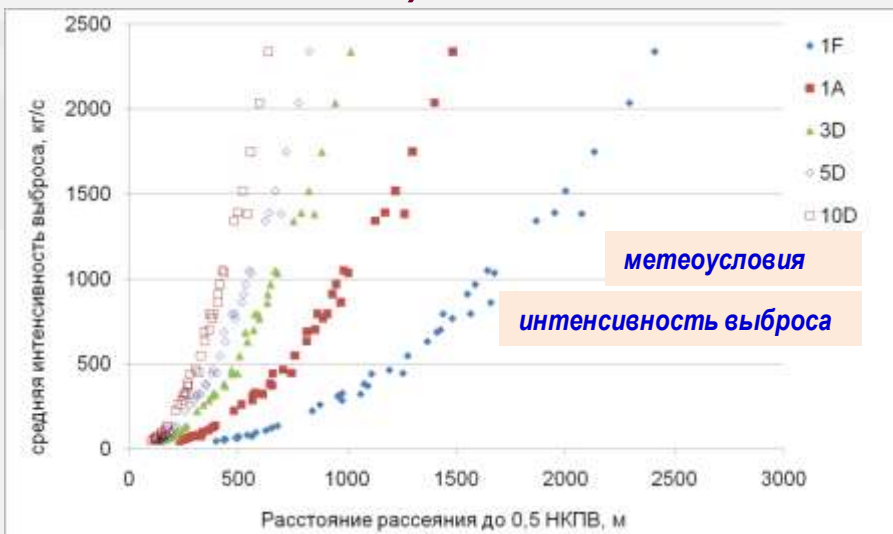
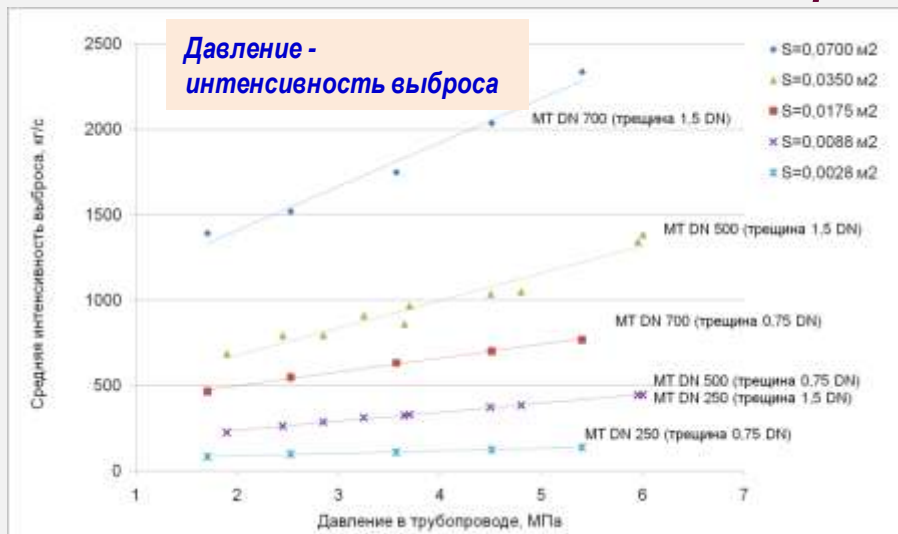
5) Завышение частоты полного (хрупкого) разрушение технических устройств, сооружений для новых ОПО, не учет новых материалов (пластичность металла);

6) стадия жизненного цикла (наибольшая консервативность в начале, наименьшая при эксплуатации).

Практически все рассчитанные значения риска гибели людей завышены!

Указанные допущения также могут приводить к большому разбросу результатов анализа, особенно при различных задачах анализа риска

Факторы, влияющие на размеры зон поражения и безопасные расстояния от МТ СУГ (модель РБ «Методика анализа риска аварий на опасных производственных объектах нефтегазодобычи» -2015)



РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ МИНИМАЛЬНЫХ БЕЗОПАСНЫХ РАССТОЯНИЙ ДЛЯ ПРОДУКТОПРОВОДОВ ШФЛУ

Параметры трубопровода	DN 250 P _{раб} =1,4-1,8 МПа	DN 500 P _{раб} (макс)= 3,3 МПа Произв. 2,65 млн.т./год	DN 700 P _{раб} = 1,7-5,4 МПа Произв. 8 млн.т./год
Расстояние по СНиП 2.05.06-85* (до нас. пунктов), м	2000-3000	Не определено (для продуктопроводов DN 400 минимальные расстояния сближения с населенными пунктами составляют 3000-5000 м	
Максимальная зона действия поражающих факторов (расстояние дрейфа, на котором достигается концентрация 0,5 НКПВ, м)	до 1020	до 1150	1950-2400
Расстояние до уровня потенциального риска, м 10 ⁻⁸ год ⁻¹	990	900-1000	1120-1340
10 ⁻⁷ год ⁻¹	460	400-600	450-850
10 ⁻⁶ год ⁻¹	230	200-300	200-250

Нужно ли устанавливать количественные критерии приемлемого (допустимого) риска в требованиях промышленной безопасности?

ФНП «Правила безопасности ... для магистральных трубопроводов»:
п.121....Критерии безопасности или **допустимого (приемлемого) риска** обосновываются в проектной документации...»

ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА "О БЕЗОПАСНОСТИ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ»:

П.3. При разработке (проектировании) должен определяться и устанавливаться **допустимый риск** для машины и (или) оборудования

РБ «Методические основы ...» (2015):

ДОПУСТИМЫЙ РИСК АВАРИИ – установленные либо полученные согласно формализованной установленной процедуре значения риска аварии на опасном производственном объекте, превышение которых характеризует угрозу возникновения аварии;

РД-03-14-2005 (п.31) требует представить в декларации промышленной безопасности:

«...2) анализ рассчитанных показателей риска со **среднестатистическими показателями риска техногенных происшествий** или критериями приемлемого риска...».

Зарубежный опыт

- Количественные критерии приведены в нормах ряда зарубежных стран, но, как правило, не на законодательном уровне (как в Голландии), а в корпоративных стандартах или в иных документах рекомендательного характера (*Норвегия: недопущение эскалации аварии с вероятностью более 10^{-4} год⁻¹*).
- в Директиве ЕС «Севезо» №96/82/ЕЭС, законодательстве США, Германии в документах по разработке Отчетов по безопасности (Safety Report) *не требуется* количественная оценка риска.
- В ISO 17776:2000 «Нефтяная и газовая промышленность. Морские установки. Руководящие указания по средствам и методам идентификации опасностей и оценки рисков» указывается на *нецелесообразность* использования результатов количественных оценок риска в качестве *единственного средства* при решении проблем безопасности, а также на возможность «*манипуляций с результатами расчетов*» в целях удовлетворения количественных критериев приемлемого риска.

Основные принципы допустимости и фоновые риски

Цель установления: добиться разрешения у властей, общественности, собственников на строительство и эксплуатацию опасного объекта

Основной метод убеждения (критерий):

- 1. Индивидуальный риск гибели человека от аварии не должен превышать риска гибели при различных видах деятельности и по разным причинам, в т.ч. по естественным (старость, болезнь) и неестественным (ДТП, ЧС).**
- 2. Риск населения должен быть существенно ниже риска персонала компании (1:100).**

Показатели фонового риска:

- 1) риск гибели в ДТП, авиакатастрофах, от молнии,...**
- 2) минимум кривой зависимости частоты смерти от возраста в 8-12 лет (США - $0,9 \cdot 10^{-3}$, Россия - $2,9 \cdot 10^{-3}$, см. сл. рис.)**

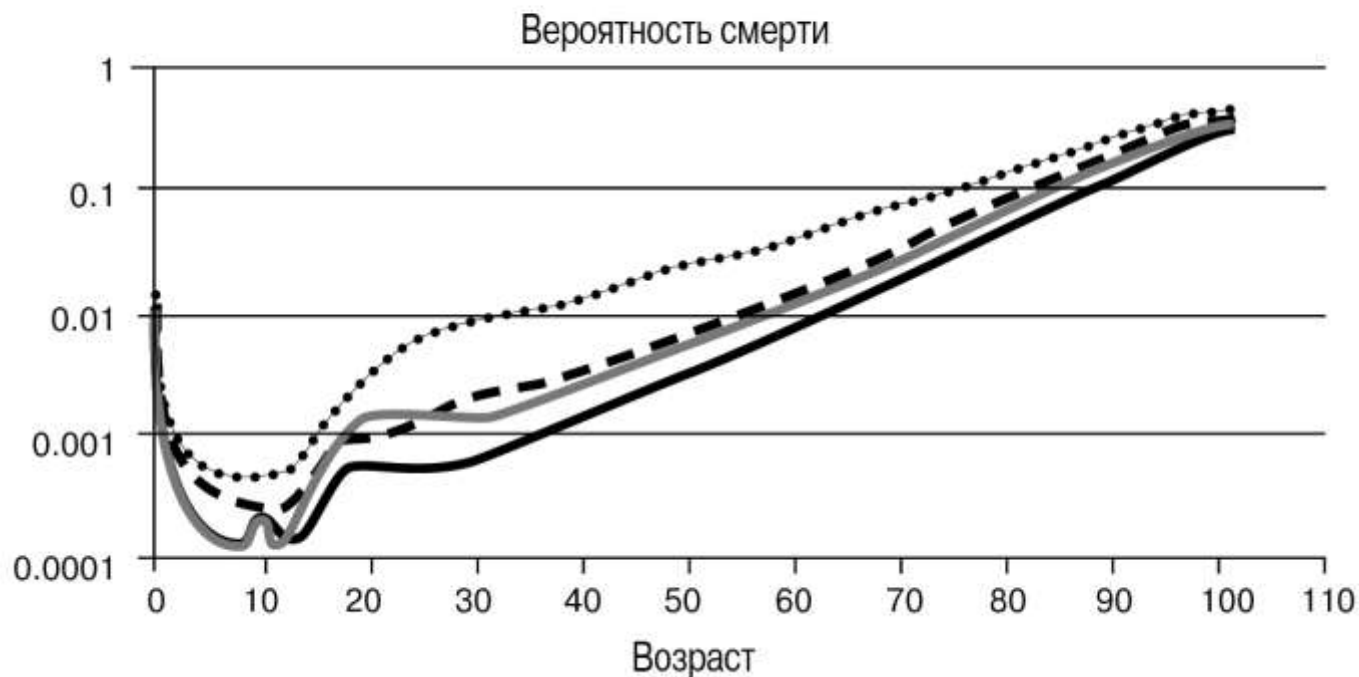
Проблемы:

- наличие системы сбора и анализа данных,
- определение числа рискующих,
- восприятие риска рискующими (зависит от сложившихся представлений, средств информации)

Индивидуальный риск смертности от возраста

Человеческое развитие: новое измерение социально-экономического прогресса. Учебное пособие под общей редакцией проф. В.П. Колесова (экономический факультет МГУ), 2-е издание, дополненное и переработанное. – М.: Права человека, 2008. – 636 с.

Рисунок 8.4. Возрастные кривые таблиц смертности населения Российской Федерации (2005 г.) и США (2003 г.)



●●●●●●●● Россия, мужчины

--- Россия, женщины

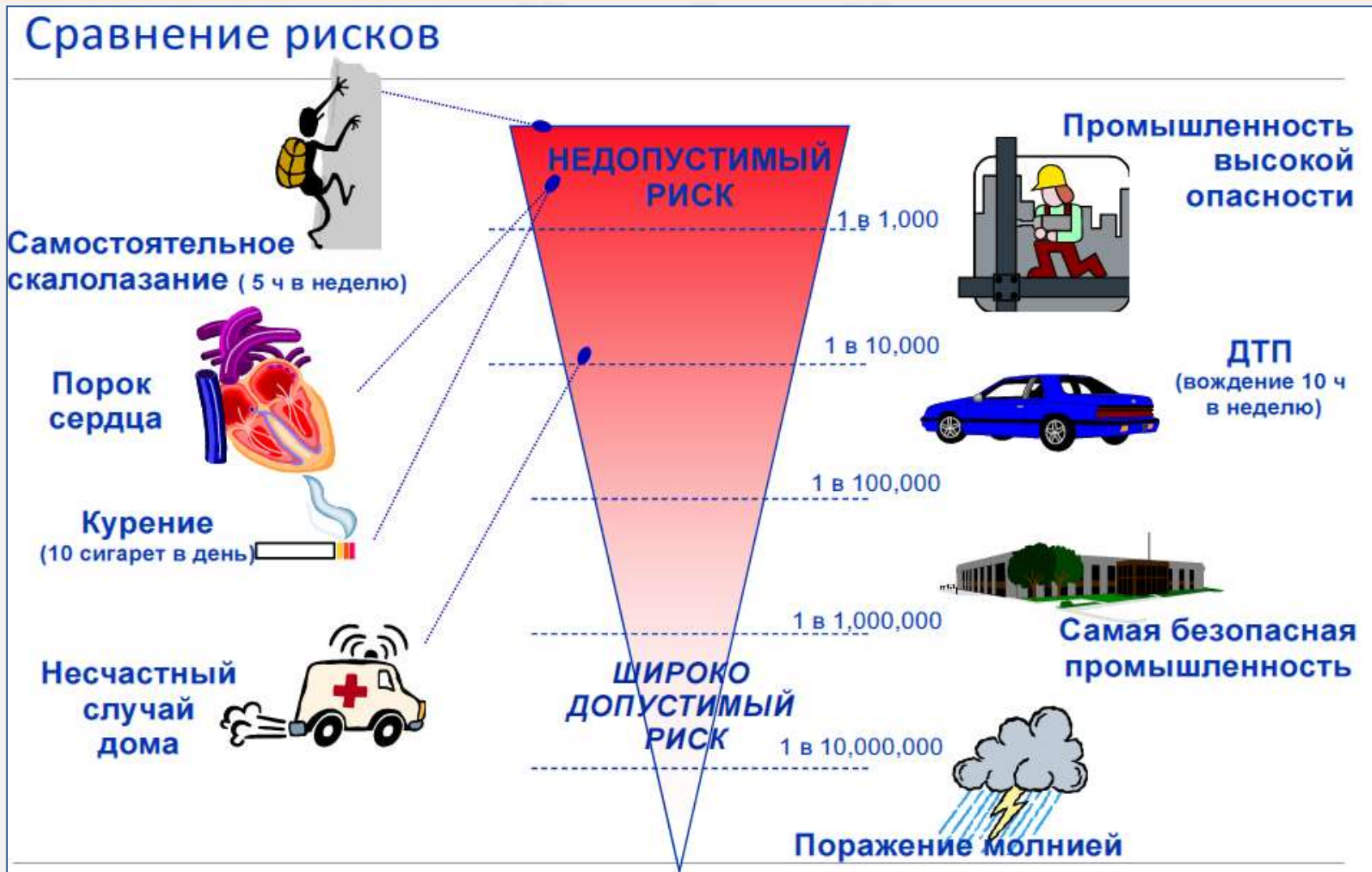
— США, мужчины

— США, женщины

Принцип ALARP

ALARP – As Low As Reasonably Practicable;

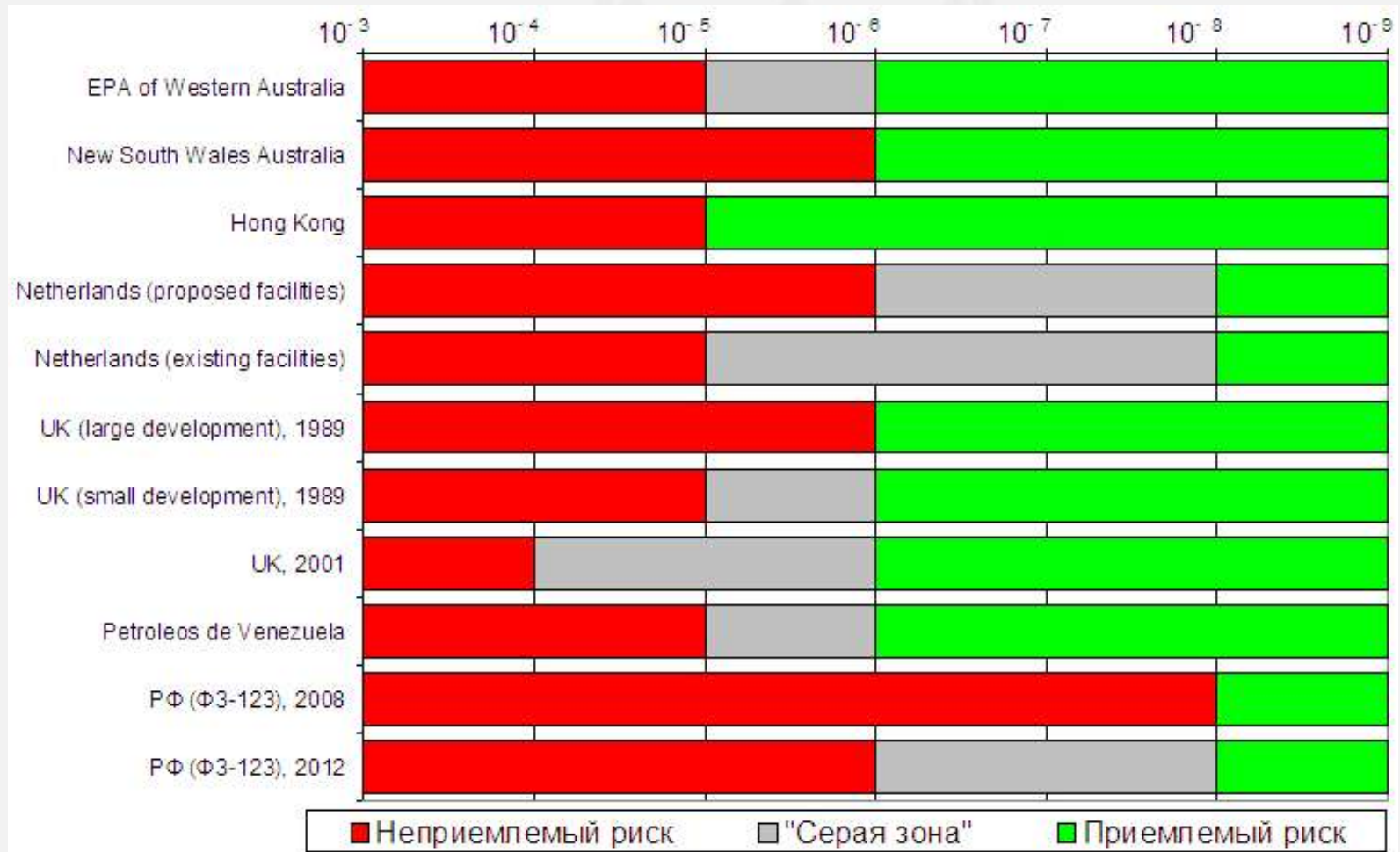
Риск настолько низок, насколько это практически разумно осуществимо достижимо.



Принцип ALARP – As Low As Reasonably Practicable; «Риск настолько низок, насколько это практически разумно осуществимо».



Критерии допустимого риска в разных странах



Примеры формулировок критериев приемлемого риска

Качественные критерии:

1. Поражающие факторы аварий при разрушении любой единичной емкости на объекте не должны выходить за границу санитарно-защитной зоны объекта
2. Риск смертельного поражения людей при возможных авариях на объекте не должен превышать риска гибели людей от всех других причин.
3. Установки должны находиться вне зон воздействия при наиболее вероятных сценариях аварии – API 752 (истечение из отверстия ~1 “)

Количественные критерии:

Индивидуальный риск гибели населения от аварии на объекте не должен превышать величины 10^{-6} год⁻¹

Критерии допустимого пожарного риска

123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

Статья 93. Нормативное значение пожарного риска производственных объектов

... Величина индивидуального пожарного риска:

в зданиях, сооружениях, строениях и на территориях производственных объектов не должна превышать 10^{-6} в год (... 10^{-4}).

... для людей, находящихся в жилой зоне, общественно-деловой зоне или зоне рекреационного назначения вблизи объекта, не должна превышать 10^{-8} (... 10^{-6}) в год.

Величина социального пожарного риска воздействия опасных факторов пожара ... для людей, ... не должна превышать 10^{-7} в год (... 10^{-5}).

Это не единственный критерий – см. требования 123-ФЗ!

Критерии допустимого риска ЧС Минстроя/МЧС

СП 165.1325800.2014 «ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ГРАЖДАНСКОЙ
ОБОРОНЕ»

6.5. При разработке проектной документации на ... **опасные производственные объекты** ... должна быть осуществлена оценка риска чрезвычайных ситуаций, обусловленных авариями на указанных объектах. При этом индивидуальный риск чрезвычайных ситуаций является **допустимым** при выполнении следующих условий:

- **показатели индивидуального риска чрезвычайных ситуаций для объекта не превышают среднестатистических за последние 10 лет показателей риска :**

- **объектов, на которых обращаются аналогичные опасные вещества;**

- **... аналогичных действующих объектов;**

- индивидуальный риск чрезвычайных ситуаций для населения, находящегося в селитебной зоне вблизи объекта, при возможных чрезвычайных ситуациях на данном **объекте в 10 раз меньше** значения риска, которому может подвергаться персонал этого объекта;

- **полное выполнение требований нормативных правовых актов и нормативных документов, устанавливающих требования безопасности....**

...

6.8. Оценка риска чрезвычайных ситуаций на ... опасных производственных объектах, ... должна предусматривать **определение комплекса превентивных мероприятий**, изменяющих параметры технологического процесса до уровня, обеспечивающего **допустимый риск**.

Пример ответа ГГЭ по замечаниям о допустимости риска ЧС

«Согласно результатам количественного анализа риска для персонала, обслуживающего технологические объекты..., **максимальное значение индивидуального риска гибели персонала при аварии не превышает величины $9,4 \times 10^{-6} \text{ год}^{-1}$** , что ниже среднестатистических (фоновых) показателей техногенного риска, связанных с производственной деятельностью на аналогичных объектах и обыденной жизнью человека в России, представленных ниже....

Низкий в сравнении с имеющимися статистическими данными по аналогичным объектам показатель отражает факт того, что в ходе нормальной эксплуатации в районе расположения объекта находится минимум персонала вблизи источников опасностей».

Наименование	Значение, год ⁻¹
Риск гибели при авариях в нефтедобывающей промышленности (за последние 5 лет)*	$(1 \pm 0,3) \cdot 10^{-4}$
Риск гибели работающих при газодобыче (за последние 10 лет)*	$(3,4 \pm 1,6) \cdot 10^{-5}$
Риск гибели работающих при добыче полезных ископаемых (за 2004-2010 гг.)*	$(2,7 \pm 0,6) \cdot 10^{-4}$
Риск гибели работающих в промышленности, строительстве, сельском хозяйстве, на транспорте (за 2004-2010 гг.)**	$(1,13 \pm 0,15) \cdot 10^{-4}$
Риск гибели людей в зданиях при пожарах (за последние 10 лет)*	$(1,01 \pm 0,16) \cdot 10^{-4}$
Риск гибели человека в дорожно-транспортных происшествиях*	$2,2 \cdot 10^{-5}$
Гибель в пожаре***	$7,4 \cdot 10^{-5}$
Гибель в транспортных происшествиях***	$2,0 \cdot 10^{-4}$
Смерть от внешних причин***	$1,3 \cdot 10^{-3}$
Примечания: * Оценка по данным Росстата, МЧС, Ростехнадзора, подробнее см. на http://riskprom.ru/publ/19-1-0-48 и http://riskprom.ru/news/gibel_ljudej_pri_pozharakh_v_rossii/2012-04-04-199 . ** Российский статистический ежегодник 2011. *** Гражданкин А.И., Печеркин А.С., Сидоров В.И. Допустимый риск – мера неприемлемой опасности промышленной аварии // Безопасность труда в промышленности. – 2015 – № 3 – С.66-70	

Фоновый риск гибели людей при эксплуатации ОПО и техногенных происшествиях

(Гражданкин А.И. www.riskprom.ru)

Наименование	Значение, год ⁻¹
в нефтедобывающей промышленности	$1 \cdot 10^{-4}$
на объектах газодобычи	$3,4 \cdot 10^{-5}$
при добычи полезных ископаемых	$2,7 \cdot 10^{-4}$
в нефтепереработке	$7 \cdot 10^{-5}$
в хим. и нефтепромышленности	$2,6 \cdot 10^{-5}$
в зданиях при пожарах	$1,0 \cdot 10^{-4}$
в результате авиакатастроф	$4,3 \cdot 10^{-7}$
в дорожно-транспортных происшествиях	$2,2 \cdot 10^{-5}$

Критерии Общества анализа риска/СТО Газпром

Декларация «О предельно допустимых уровнях риска» Российского научного общества анализа риска

Для потенциально опасных объектов России в целом целесообразно установление в качестве общего федерального норматива предельно допустимого уровня (ПДУ) индивидуального риска для населения, не превышающего 10^{-4} в год;

$R_{\text{доп ind}} =$

- а) 10^{-4} в год – для действующих объектов;
- б) 10^{-5} в год – для новых (вновь проектируемых) объектов.

Нормативную величину ПДУ социального риска смерти (гибели) N и более человек из населения рекомендуется установить на уровне

- а) $10^{-2}/N^2$ – в год для действующих объектов;
- б) $10^{-3}/N^2$ – в год для новых (вновь проектируемых) объектов.

Рекомендуемый в разных источниках диапазон изменения приемлемого риска составляет:

индивидуальный риск для персонала – от 10^{-6} до 10^{-4} ;

индивидуальный риск для населения – от 10^{-7} до 10^{-4} .

Критерии СТУ

2.1. Минимальные допустимые расстояния между зданиями, сооружениями, технологическими установками (объектами) «ААА» должны обеспечивать выполнение следующих критериев:

- частота **эскалации** аварии не превышает **10^{-4} год⁻¹**;
- частота **разрушения** здания с потерей несущей способности его конструкции или пригодности к дальнейшей эксплуатации (нарушения взрывоустойчивости) не превышает **10^{-4} год⁻¹**;
- индивидуальный **риск гибели людей** при аварии на территории или объектах «ААА» не превышает **10^{-4} год⁻¹**.

Критерии приемлемого (допустимого) риска разрушения зданий:

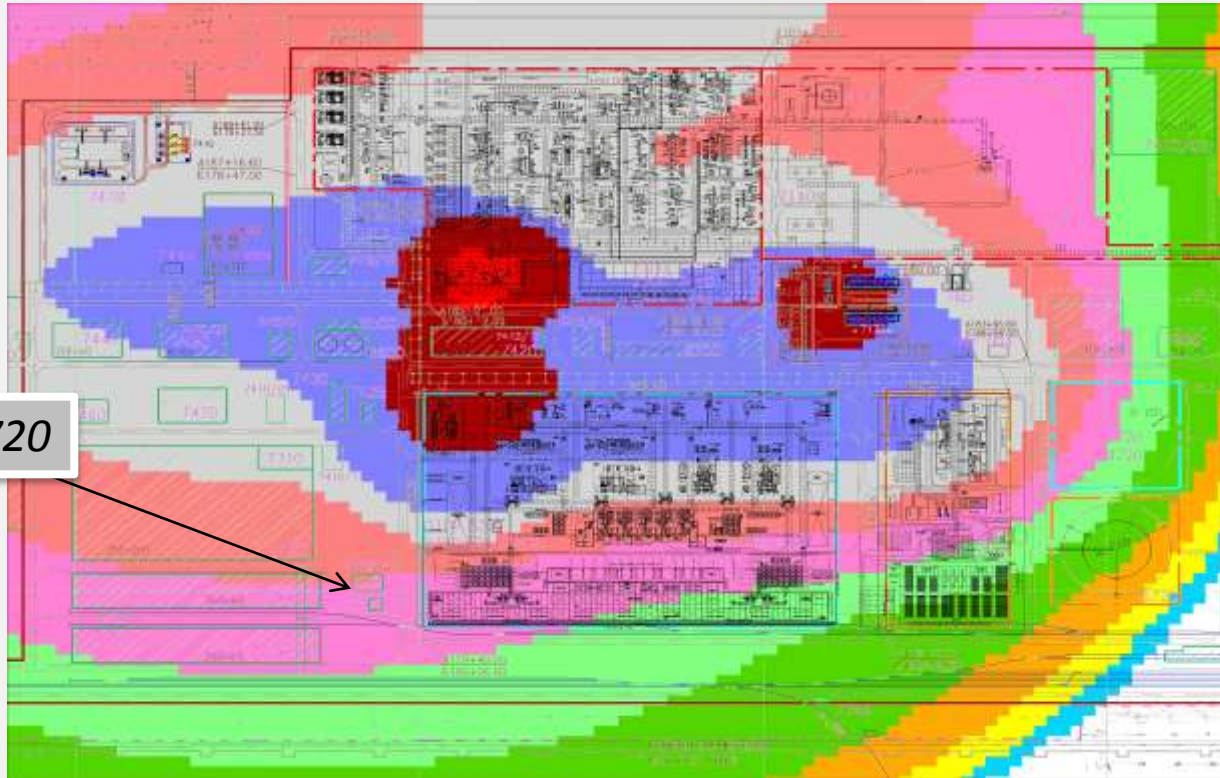
- 1) взрывоустойчивость здания обеспечивается, если здание находится вне **максимального возможной зоны действия** ударной волны с амплитудой давления, превышающей проектное давление

$$\Delta P_{фmax} < P_{пр} ;$$

- 2) в случае невозможности выполнения условия 1, взрывоустойчивость здания обеспечивается, если **частота разрушения здания $R_{рзш}$ не превышает допустимую величину:**

$$R_{рзш} < 10^{-4} \text{ год}^{-1}$$

Распределение потенциального риска разрушения зданий $R_{рзш}(\Delta P_{ф}, x, y)$, 1/год

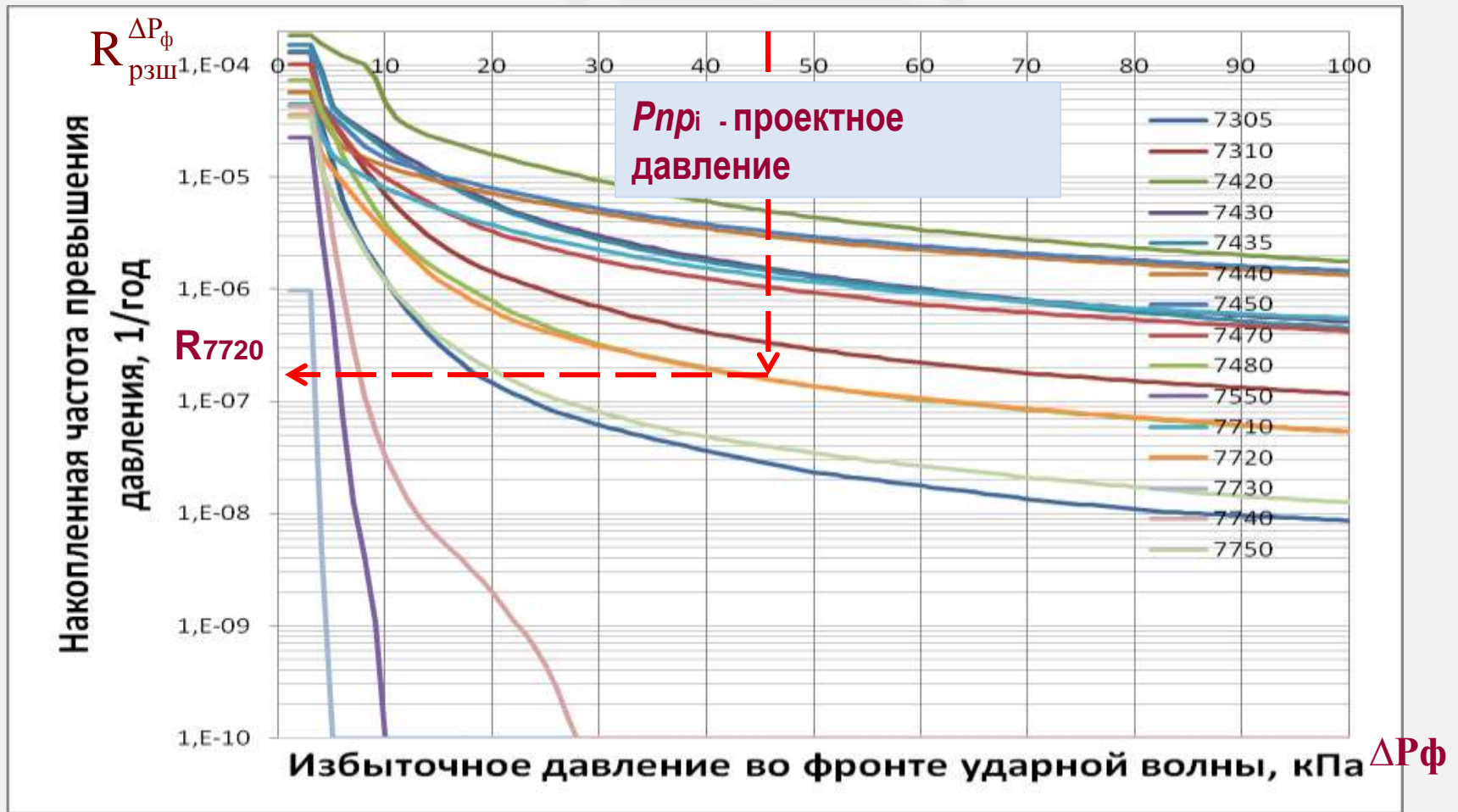


здание 7720



$R_{рзш}^{\Delta P_{ф}}(x, y)$ - частота превышение давления во фронте УВ $\Delta P_{ф}=12$ кПа

Частота превышения $R_{рзш}^{\Delta P_{\phi}}$ избыточного давления в фронте ударной волны ΔP_{ϕ} для различных зданий



ГОСТ Р ИСО 17776-2012 «Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Способы и методы идентификации опасностей и оценки риска. Основные положения/ ISO-17776:2000 Petroleum and natural gas industries — Offshore production installations — Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment (IDT)

ГОСТ Р ИСО 17776—2010

Т а б л и ц а А.1 — Пример матрицы риска и рассматриваемых последствий

Оценка серьезности (тяжести)	Последствия				Увеличение вероятности			
	для людей	для активов	для окружающей среды	для репутации предприятия	А	В	С	Д
					Опасное событие происходит при проведении разведки или в процессе добычи	Опасное событие происходит на предприятии-производителе	Опасное событие происходит несколько раз в год на предприятии-производителе	Опасное событие происходит несколько раз в год в данной местности
0	Нет вреда здоровью	Нет ущерба	Нет вреда	Нет ущерба	Управление, направленное на постоянное улучшение			
1	Легкие ушибы и ранения	Очень маленький ущерб	Слабые повреждения	Слабый ущерб				
2	Небольшие ушибы и ранения	Небольшой ущерб	Незначительные повреждения	Ограниченный ущерб				
3	Сильные ранения	Локальный ущерб	Локальное повреждение	Значительный ущерб	Внедрение мер по снижению риска	Соответствие отборочному критерию		
4	Единственный несчастный случай со смертельным исходом	Большой ущерб	Сильное повреждение	Большой ущерб в масштабах страны				
5	Множественные несчастные случаи со смертельным исходом	Огромный ущерб	Огромное повреждение	Огромный ущерб на международном уровне				

Пример неправильного применения матрицы «Нормирование» показателей риска по «матрицам риска», СП 11-112-2001 (МЧС России)

На территории трубопровода

с удельной интенсивностью аварии $10^{-5} \text{ год}^{-1} / \text{км}$:

длиной 100 км частота аварии = $0,001 \text{ год}^{-1}$

длиной 10000 км частота аварии = $0,1 \text{ год}^{-1}$

Частота реализации опасности, случаев/год	Критерии для зонирования территории по степени опасности чрезвычайных ситуаций				
	Погибло более одного человека, имеются пострадавшие	Погиб один человек, имеются пострадавшие	Погибших нет, имеются серьезно пострадавшие	Серьезно пострадавших нет, имеются потери трудоспособности	Лица с потерей трудоспособности нет
> 1	Зона неприемлемого риска, необходимы неотложные меры по уменьшению риска			Зона жесткого контроля,	
$1 - 10^{-1}$	оценка мер риска			Зона риска,	
$10^{-1} - 10^{-2}$					
$10^{-2} - 10^{-3}$	мероприятиях по уменьшению риска			приемлемого нет необходимости в	
$10^{-3} - 10^{-4}$					
$10^{-4} - 10^{-5}$	мероприятиях по уменьшению риска				
$10^{-5} - 10^{-6}$					

НТЦ «Промышленная безопасность»

Любое воспроизведение только с письменного разрешения © ЗАО НТЦ ПБ

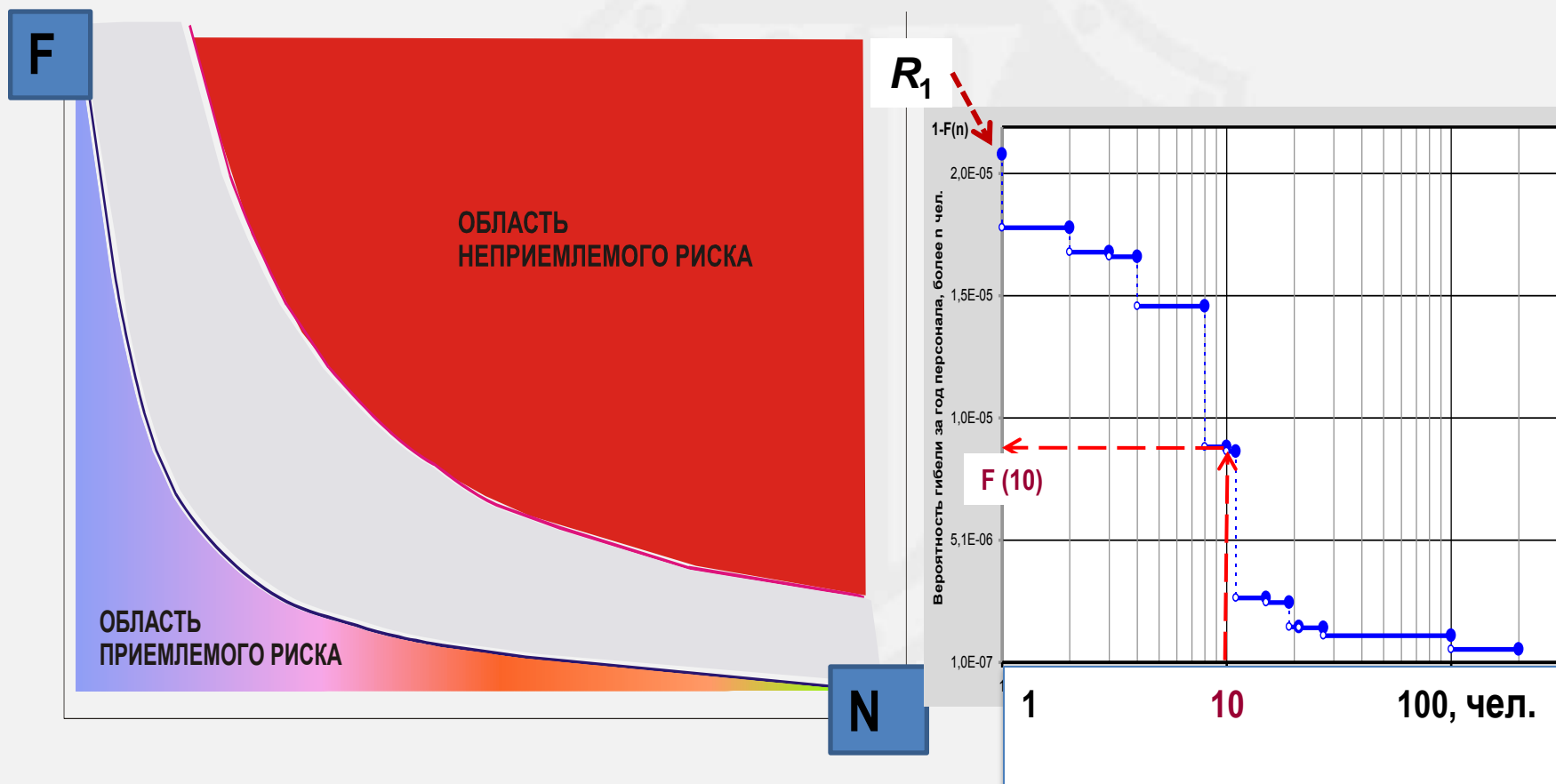
Матрица “вероятность-тяжесть последствий” (РБ «Методические основы...», ГОСТ 27.310-95)

Ожидаемая частота Возникновения отказа (1/год)		Тяжесть последствий			
		Катастрофический отказ	Критический отказ	Некритический отказ	Отказ с пренебрежимо малыми последствиями
Частый отказ	>1	A	A	A	C
Вероятный отказ	$1 - 10^{-2}$	A	A	B	C
Возможный отказ	$10^{-2} - 10^{-4}$	A	B	B	C
Редкий отказ	$10^{-4} - 10^{-6}$	A	B	C	D
Практически невероятный отказ	$<10^{-6}$	B	C	C	D

систему классификации отказов по критериям вероятности-тяжести последствий следует конкретизировать для каждого объекта или технического устройства с учетом его специфики !

Социальный риск (или риск поражения группы людей) – зависимость частоты возникновения сценариев аварий F , в которых пострадало на определенном уровне не менее N человек, от этого числа N .

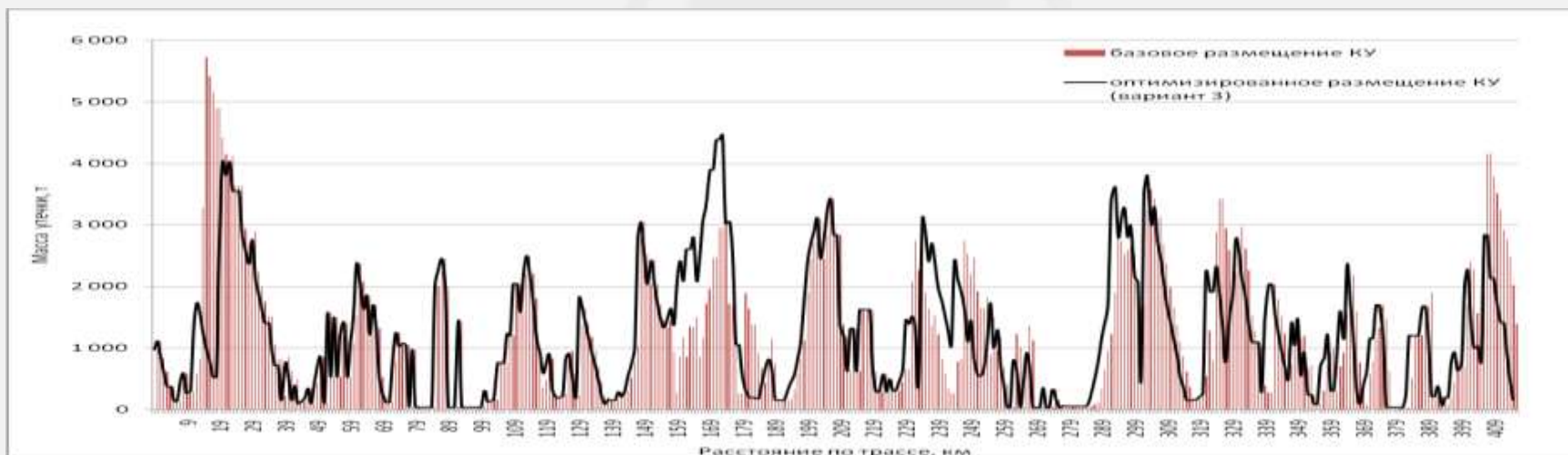
Характеризует социальную тяжесть последствий (катастрофичность) реализации совокупности сценариев аварии и представляется в виде соответствующей F/N -кривой



ГК "Промышленная безопасность"

Пример КОР для продуктопровода ШФЛУ: обоснование увеличения расстояния между запорной арматурой

сокращение КУ с 29 (по СНиП) до 24



«ЮБ ГНС – ТНХ» (L=417 км)

Из расчета следует, что:

- 1) размер зон поражения при потенциальном риске на их границе 10^{-6} - 10^{-8} в год составляет 300-800 м, что существенно меньше безопасных расстояний по СНиП 2.05.06-85* - 2-5 км;
- 2) размещение запорной арматуры практически не влияют на **максимальные размеры зон поражения** и риск гибели людей, но влияет на **размер экологического ущерба и потери продукта** (аналогично газопроводам)

Проект Руководства по безопасности

«Методика установления допустимого риска аварии на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса»

$$(R_{OB}) \leq (R_D)$$

$$R_D = R_\phi / KЗ$$

Kз может принимать 120 значений в зависимости от опасности ОПО и наличия статистики аварийности

Степень опасности аварии на ОПО *	Значение коэффициента запаса (KЗ) для трех вариантов определения фонового риска (R_ϕ):		
	Аварии на ОПО, для которого разрабатывается ОБ	аварии на ОПО нефтегазового комплекса	гибели людей в техногенных происшествиях
	$R_\phi = R_p$	$R_\phi = R_{HG}$	$R_\phi = R_{ГЛ}$
«Малая»	1	10	100
«Средняя»	2	20	200
«Высокая»	5	50	500
«Чрезвычайно высокая»	10	100	1000

*Не связана с классом ОПО

Оценки фонового риска



гибели людей на опасных производственных объектах, полученные с использованием официальных данных, Ростехнадзора* и Росстата

$$R_{dB} = 10 \lg \frac{R}{R_0}$$

$R_0 = 277$ погибших (в пожарах и ДТП) в год на 1 млн населения в среднем за 2009–2013 гг.



Отрасль промышленности	В среднем за 2009-2013 гг.:	
	R_{dB} , дБргч	R , год ⁻¹
Производство, хранение и применение взрывчатых веществ промышленного назначения	+4,4	$7,7 \times 10^{-4}$
Угольная промышленность	+3,1	$5,7 \times 10^{-4}$
Горнорудная и нерудная промышленность	-3,2	$1,3 \times 10^{-4}$
Нефтедобывающая промышленность	-3,5	$1,2 \times 10^{-4}$
Нефтеперерабатывающая промышленность	-5,2	$8,4 \times 10^{-5}$
Газодобывающая промышленность	-9,5	$3,1 \times 10^{-5}$
Металлургическая промышленность	-11,8	$1,8 \times 10^{-5}$

Результаты расчета по проекту методики установления допустимого риска аварии на ОПО НГК

ОБЪЕКТ

Проектирование «Продуктопровод – парк»
продуктопровод **ШФЛУ DN250**,

L=157 км.,
P_{расч}=4,0 МПа

Общий км трассы	Наименование объекта/населенного пункта	Удаленность от границ продуктопровода, м	Численность работающих/проживающих, чел.	Потенциальный риск, 1/год	Индивидуальный риск, 1/год	Социальный риск, 1/год	Общепринятый допустимый индивидуальный/социальный риск	Допустимый индивидуальный риск по проекту РБДопРиск/насел.
0,4	АЗС «Роснефть»	1300 (вправо)	нет данных	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$2,68 \cdot 10^{-9}$	не более $1,1 \cdot 10^{-8}$	$10^{-8}/10^{-7}$	$1,71 \cdot 10^{-7}$ $1,71 \cdot 10^{-9}$
1,6	Студенческий лагерь ТюмГУ (летняя практика студентов)	690 (вправо)	нет данных	$6,2 \cdot 10^{-8}$	$5,2 \cdot 10^{-9}$	не более $1,1 \cdot 10^{-8}$	$10^{-8}/10^{-7}$	
40,5	Спальный поселок газовиков Таркосалинка	2744	200	0*	0	0	$10^{-8}/10^{-7}$	ББР**
82,4	Электрическая подстанция ПС «Градиент»	1800	БПП***	$4,2 \cdot 10^{-9}$	$3,36 \cdot 10^{-10}$	-	$10^{-6}/-$	$1,71 \cdot 10^{-7}$ $1,71 \cdot 10^{-9}$
395,5	Отдельно стоящая изба, 1 этаж (дерево)	150	2	$5,52 \cdot 10^{-7}$	$5,52 \cdot 10^{-7}$	0	$10^{-8}/10^{-7}$	
304,2	Наливная ж.д.эстакада ШФЛУ с товарным парком г.Ноябрьск	700	100	$3,72 \cdot 10^{-8}$	$9,08 \cdot 10^{-9}$	-	$10^{-6}/-$	
457	г. Когалым	4335	59422	0	0	0	$10^{-8}/10^{-7}$	ББР
464	Куст скважин	130	БПП	$5,97 \cdot 10^{-7}$	$4,77 \cdot 10^{-8}$	-	$10^{-6}/-$	$1,71 \cdot 10^{-7}$ $1,71 \cdot 10^{-9}$

*- «Ноль» обозначает, что объект находится за пределами зоны действия поражающих факторов максимальной гипотетической аварии;

** ББР - безусловно безопасное расстояние;

*** БПП - без постоянного пребывания людей.

ОБЪЕКТ

Реконструкция действующего магистрального продуктопровода **ШФЛУ**, L=976,4 км.,

Км по трассе	Наименование объекта	Расстояние		Оценка потенциального риска, гибели человека, год ⁻¹	Индивидуальный риск гибели человека, год ⁻¹	Допустимый индивидуальный риск по проекту РБ (R _ф =R _{нг}) /насел.	Допустимый индивидуальный риск по проекту РБ (R _ф =R _{гп}) /насел.
		фактическое	Минимально допустимое по СНиП 2.05.06-85*				
3.3	поселок «Южный Балык»	1300м, справа	3000м	1,226E-8	1,226E-8	1,07E-07/ 1,07E-09	1,11E-07/ 1,11E-09
4.3	садовые участки	2400м, справа	3000м	0	0		
72.0-101.4	параллельное следование с ж/д	92.2км-660м, справа	3000м	0-2,526E-7	0-1,04E-8		
83-120	параллельное следование с ВЛ500кВ	325м-500м	1000м (ПУЭ)	2,706E-6-5,8E-7	1,4E-7 -3E-8		
84.6	разъезд «Картын-Ега»	1600м, справа	3000м	1,226E-8	1,03E-11		
98.7	поселок «Сивых-Ях»	1100м, справа	3000м	4,759E-8	4,759E-8		
135.0	КС «Самсоновская»	1400м, справа	3000м	1,226E-8	3E-9		
138.0	жилой поселок	700м, справа	3000м	2,526E-7	2,526E-7		
150.2	озеро «Долгий Сор»	200м, слева	800м	4,414E-6	1,21E-8		
150.6	разъезд «Кинтус»	800м, справа	3000м	1,887E-7	1,59E-10		
155.9	озеро «Карымов Сор»	250м, справа	800м	3,957E-6	1,08E-8		
162.3	озеро «Малый Сор»	600м, справа	800м	4,769E-7	1,31E-9		
230.0	поселок «Демьянка»	1400м, справа	3000м	1,226E-8	1,226E-8		
405.2	садовые участки	1000м, слева	3000м	9,518E-8	1,628E-8		

ОБЪЕКТ Проектирование и реконструкция Терминала/нефтебазы

Min расстояние от ближайшего резервуара	По норме СП 36.13330.2012 м.	В действительности м.
Частный садовый дом (коттедж)	150	109
Автодорога	75	65

Вывод:
необходимо более детально проанализировать последствия применения РБ для реальных ОПО

Наименование объекта	Число рискующих	Коллективный риск, чел/год	Индивидуальный риск, 1/год	Допустимый индивидуальный риск по проекту РБ ($R_{\phi}=R_{нр}$)	Допустимый индивидуальный риск по проекту РБ ($R_{\phi}=R_{пл}$)
Категория реципиентов риска: ПЕРСОНАЛ					
Химическая лаборатория	35	6,14E-06	1,76E-07	<u>2,44E-07</u>	1,11E-07
Бытовой корпус	8	3,56E-06	4,45E-07		
Операторная	2	1.40E-06	7.03E-07		
Здание управления Черномор-транснефть	478	8,78E-06	1,84E-08		
Здание управления ПК Шесхарис	70	3.44E-06	4.92E-08		
Производственная площадка	10	5,36E-07	5,36E-08		
Производственная площадка (УКС)	40	2,65E-06	6,63E-08		
Складские помещения	5	3,05E-06	6,10E-07		
Категория реципиентов риска: ТРЕТЬИ ЛИЦА					
Автостоянка (для персонала)	10	1,22E-06	1,22E-07	<u>2,44E-09</u>	1,11E-09
9-ти этажный жилой дом	300	1,23E-05	4,10E-08		
Частный дом (подворье) в с/т, ближайший к ПК	2	1.21E-06	6.05E-07		
Дачные участки	313	1,47E-04	4,70E-07		
Сухумское шоссе	300	2,10E-06	7,00E-09		
Проселочная дорога	4	3,63E-07	9,07E-08		

Для повышения эффективности применения риск-ориентированных методов на практике необходима их апробация и дальнейшее совершенствование с учетом:

- необходимости устранения противоречий между методиками Ростехнадзора и МЧС России, установления единых подходов к проведению анализа риска на ОПО, в том числе при оценке риска аварий, ЧС и расчетах пожарного риска;
- создания систем сбора и анализа данных по инцидентам и аварийности, в том числе на основе системы дистанционного контроля Ростехнадзора и СМИС МЧС России;
- разработки и совершенствования отечественных компьютерных программ (баз данных, по расчету последствий аварий и показателей риска) с учетом требований импортозамещения;
- внедрения методологии оценки срока эксплуатации технических устройств, оборудования под давлением для планирования межремонтных пробегов и инспекций с учетом факторов риска (*risk based inspections*);
- разработки методов экспертных оценок уровня промышленной безопасности, основанных на результатах плановых проверок, данных производственного и дистанционного контроля.

Благодарю за внимание!

Лисанов Михаил Вячеславович

тел/факс 8-495-620-47-50

risk@safety.ru

www.safety.ru, www.riskprom.ru

**Всегда актуальная информация в журнале
Ростехнадзора**



БЕЗОПАСНОСТЬ
труда в промышленности

www.btpnadzor.ru