



**IV Всероссийская научно-техническая конференция с
международным участием
«Безопасность критических инфраструктур и территорий»**

Аварийность на отечественных и зарубежных магистральных трубопроводах

Савина Анна Вячеславовна
с.н.с ЗАО НТЦ ПБ, Москва

www.safety.ru www.riskprom.ru

e-mail: risk@safety.ru
тел. (495) 620-47-50

Рассматриваемые базы данных по аварийности

- Европейская группа по сбору данных об авариях на газопроводах EGIG (European Gas Pipeline Incident Data Group) www.egig.nl;
- Ассоциация операторов магистральных сухопутных газопроводов Великобритании UKOPA (UNITED KINGDOM ONSHORE PIPELINE OPERATORS' ASSOCIATION) www.ukopa.co.uk;
- Европейская ассоциация нефтяных компаний CONCAWE (CONservation of Clean Air and Water in Europe) <http://www.concawe.be>;
- Бюро трубопроводной безопасности Управления по безопасности трубопроводов и опасным материалам Министерства транспорта США (Office of Pipeline Safety under the Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration – OPS PHMSA) <http://www.phmsa.dot.gov>;
- Национальное энергетическое управление Канады (National Energy Board – NEB) <http://www.neb.gc.ca>;
- Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) www.gosnadzor.ru/osnovnaya_deyatelnost_otchet.

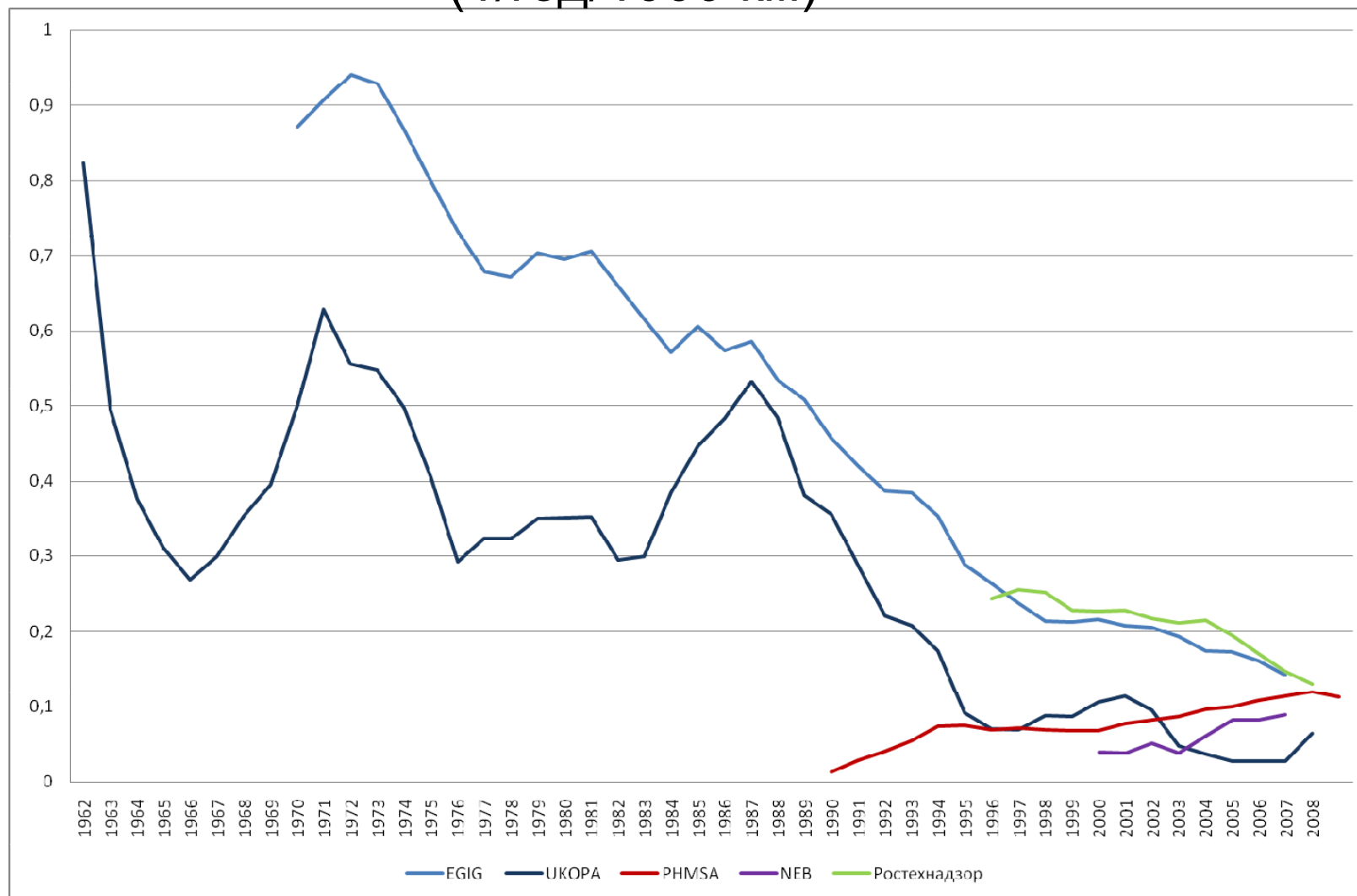
Основные характеристики объектов исследования - МТ

	EGIG	CONCAWE	UKOPA	NEB	PHMSA	Ростехнадзор
Объекты исследования	Только линейная часть	Линейная часть, а также насосные и промежуточные парки хранения	Только линейная часть	Линейная часть, а также все площадочные объекты и любое оборудование	Линейная часть, а также все площадочные объекты и любое оборудование	Линейная часть, а также все площадочные объекты и любое оборудование
Материал трубопроводов	Сталь	Сталь	Сталь, пластик, другие	Сталь	Сталь, пластик, другие	Сталь
Транспортируемые вещества	Природный газ	Сырая нефть и нефтепродукты	В основном природный газ	Природный газ, нефть, нефтепродукты	Природный газ, сырая нефть, нефтепродукты, опасные вещества, CO ₂ и др.	Природный газ, нефть, нефтепродукты
Морские/континентальные	континентальные	континентальные	континентальные	в основном континентальные	морские и континентальные	морские и континентальные
Типы нефтепроводов	магистральные (с давлением > 15 бар)	магистральные	магистральные	магистральные и часть промысловых	промысловые, магистральные, распределительные	Магистральные, промысловые
Общая протяженность, тыс. км	129,7	34,7	22,3 (МГ – 20,6)	МГ – 26,3; МН/МНПП – 40,6	МГ – 471,1 МН – 83,1 МНПП – 98,2	242,7 (166 – МГ; 52,5 – МН; 21,8 – МНПП)
Период сбора	1971-2007	1971-2007	1962-2008	1991-1999, 2000-2007	1970-1984, 1984-2002, 2002-2009	1996-2009
Кол-во произошедших аварий за весь период сбора (за	1172 (88)	457 (49)	179 (7)	32 (2)	3526 (810)	525 (168)

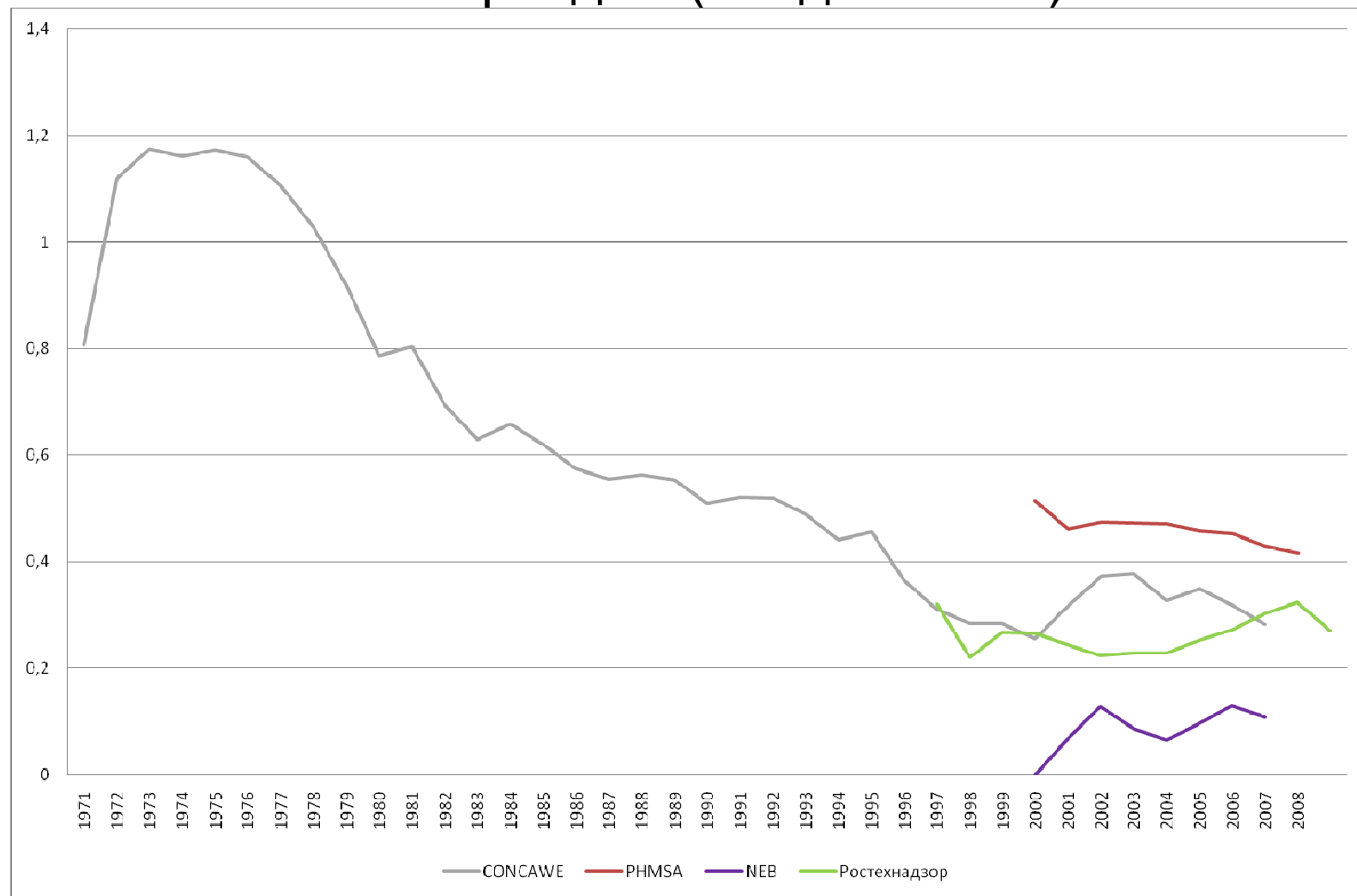
Различия в определении понятия «авария»

	Критерии
UKOPA	<ul style="list-style-type: none">• все утечки газа независимо от объема;• случаи дефектов и повреждений стенки трубопровода (не повлекшие, но могущие повлечь в дальнейшем разгерметизацию трубопровода).
NEB	<ul style="list-style-type: none">• все утечки газа независимо от объема;• утечки нефти и нефтепродуктов не менее 1,5 м³• эксплуатация трубопровода с нарушением предельных проектных параметров, установленных законодательством.
CONCAWE	<ul style="list-style-type: none">• утечки нефти и нефтепродуктов не менее 1 м³
EGIG	<ul style="list-style-type: none">• все утечки газа независимо от объема
PHMSA	<ul style="list-style-type: none">• наличие выброса высоко опасной жидкости свыше 5 баррелей (0,8 м³) или других жидкостей свыше 50 баррелей (8 м³);• оцененный ущерб превышает 50 000 долларов США;• наличие смертельно травмированных людей или получение травм требующих госпитализации;• выброс вещества сопровождающийся взрывом или пожаром.
Ростехнадзор	<ul style="list-style-type: none">• объем утечки более 10 м³ жидкости/ более 10 000 м³ газа;• смертельное травмирование/ травмирование с потерей трудоспособности;• воспламенение опасной жидкости или взрыв ее паров/ взрыв или воспламенение газа;• повреждение или разрушение других объектов;• загрязнение водных объектов..

Удельная интенсивность аварий на магистральных газопроводах осредненная по пятилетним периодам (1/год/1000 км)



Удельная интенсивность аварий на магистральных нефте- и продуктопроводах осредненная по пятилетним периодам (1/год/1000 км)

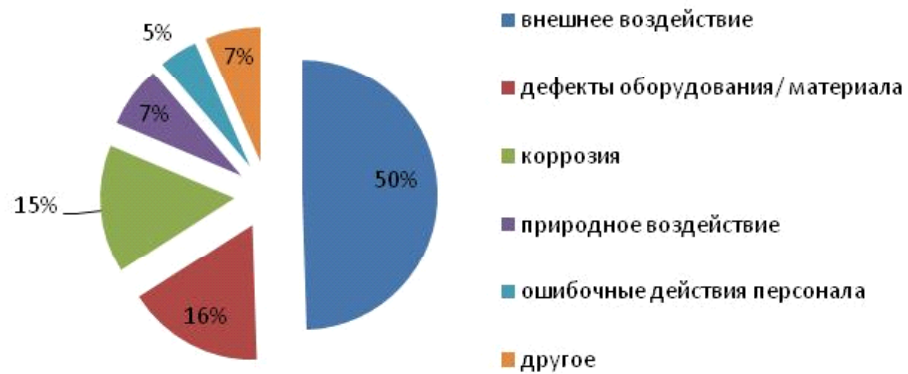


Сводные данные по аварийности на трубопроводных системах

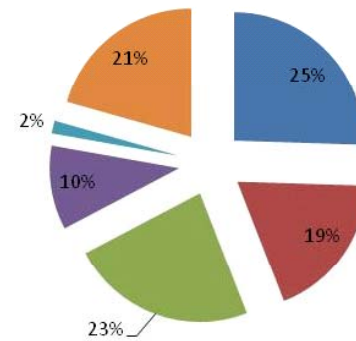
Частота аварий 1/год/1000 км					
Период	Европа	Великобритания	США	Канада	Россия
Магистральные газопроводы					
Семидесятые годы	0,84	0,5	1,48	-	-
За весь период наблюдений	0,37	0,24	0,14	0,09	0,19
Последние пять лет наблюдения	0,14	0,06	0,12	0,11	0,13
Магистральные нефте- и продуктопроводы					
Семидесятые годы	1,17	-	-	-	-
За весь период наблюдений	0,55	-	0,43	0,10	0,25
Последние пять лет наблюдения	0,28	-	0,39	0,11	0,27

Причины возникновения аварий на магистральных газопроводах

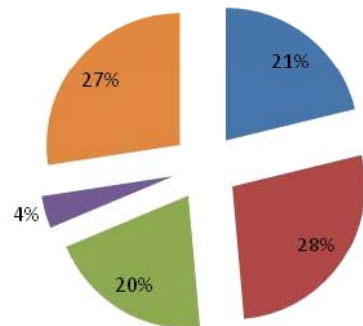
EGIG (1970-2008)



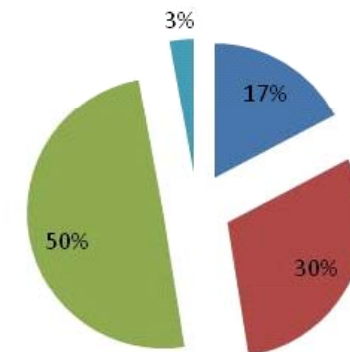
PHMSA (1988-2008)



УКОРА (1962-2008)



Ростехнадзор (2000-2008)

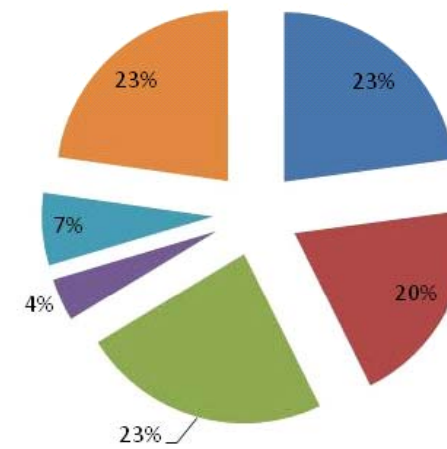


Причины возникновения аварий на нефте- и продуктопроводах

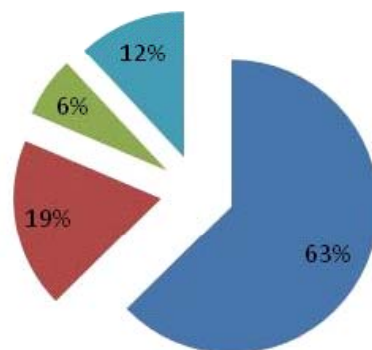
CONCAWE (1971-2007)



PHMSA (1988-2008)



Ростехнадзор (1996-2008)



Доступные данные		
CONCAWE	<p>Частота возникновения аварий Причины возникновения аварии Случаи травматизма в результате аварии Воспламенение утечки Объем разлива, потери нефти Оценка загрязнения земель, водных объектов</p>	<p>Зависимости размера утечки от причины возникновения аварии Частоты возникновения отверстий разгерметизации разного размера Зависимости частоты разгерметизации от диаметра трубопровода Зависимости частоты разгерметизации от месторасположения и способа прокладки трубопровода Распределения утечек по типам обнаружения</p>
EGIG	<p>Частота возникновения аварий Причины возникновения аварии (в т.ч. для разных размеров утечки) Распределения утечек (различного размера) по типам обнаружения Зависимость частоты воспламенения от размера утечки и диаметра трубопровода Случаи травматизма в результате аварии</p>	<p>Зависимость интенсивности аварий (для различных размеров утечки) от:</p> <ul style="list-style-type: none"> •диаметра трубопровода / толщины стенки/ глубины залегания трубопровода (для внешних воздействий) •возраста трубопровода /материала покрытия/ толщины стенки (для коррозионных воздействий) •года производства трубопровода (для аварий, произошедших по причине дефекта оборудования) <p>Авариями по причине природного воздействия (движением грунта) и диаметром трубопровода</p>
УКОРА	<p>Частота возникновения аварий Причины возникновения аварии Распределение утечек по способам обнаружения</p>	<p>Зависимость интенсивности аварий (для различных размеров утечки) от:</p> <ul style="list-style-type: none"> •диаметра, толщины стенки трубопровода •местоположения трубопровода, плотности населения (для утечек, связанных с внешними воздействиями) •типа покрытия, толщины стенки, возраста трубопровода, типа грунта (для утечек по причине коррозии)

	Доступные данные
NEB	<p>Частота возникновения аварий</p> <p>Причины возникновения аварии</p> <p>Количество и объем разливов нефти превышающих 1,5 м³</p> <p>Производственный травматизм и его причины</p>
Ростехнадзор	<p>Частота возникновения аварий</p> <p>Причины возникновения аварии</p> <p>Число смертельно травмированных</p> <p>Описание наиболее крупных аварий</p> <p>Направления по повышению промышленной безопасности трубопроводного транспорта</p>
PHMSA	<p>Частота возникновения аварий</p> <p>Причины возникновения аварии</p> <p>Подробная информация обо всех произошедших авариях для самостоятельного анализа</p>

Условная вероятность образования различных типов
дефектных отверстий на нефте- и продуктопроводах
(по данным PHMSA 2002-2009 гг.)

	Свищи (Pinhole)	Трещины (Puncture)	Разрывы (Rupture)
8-10 дюймов	0,68	0,26	0,06
10-20 дюймов	0,65	0,22	0,13
свыше 20 дюймов	0,67	0,21	0,12

Условная вероятность воспламенения аварийных утечек в зависимости от типа отверстия (по данным PHMSA 2002-2009 гг.)

Тип дефектного отверстия	Общее число утечек	Число утечек с воспламенением	Условная вероятность воспламенения
Нефте- и продуктопроводы			
Свищи	103	0	< 0,01
Трещины	37	1	0,03
Разрывы	18	2	0,11
Газопроводы			
Свищи	80	2	0,03
Трещины	45	3	0,07
Разрывы	92	13	0,14

Условная вероятность воспламенения аварийных утечек на ЛЧ сухопутных трубопроводов (по данным PHMSA 1986-2001 гг.)

	Наземные участки			Подземные участки			Средняя условная вероятность
	Общее число утечек	Число утечек с воспламенением	Условная вероятность	Общее число утечек	Число утечек с воспламенением	Условная вероятность	
Сырая нефть (Crude oil)	57	2	0.04	684	13	0.02	0.02
Дизельное топливо (Diesel Fuel)	10	0	< 0.01	95	2	0.02	0.02
Котельное топливо (Fuel Oil)	7	1	0.14	95	0	< 0.01	0.02
Бензин (Gasoline)	10	1	0.10	298	12	0.04	0.04
Реактивное топливо (Jet Fuel)	3	0	< 0.01	34	1	0.03	0.02
ШФЛУ (Natural Gas Liquid)	3	1	0.33	118	13	0.11	0.12
Средние величины	90	5	0.06	1324	41	0.03	0.03
Газ	16	2	0.12	230	16	0.07	0.07

Основные методические документы по оценке частоты аварий на МТ:

1. «Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах» (утв. ОАО «АК «Транснефть» 30.12.99, согласовано Госгортехнадзором России 07.07.99 № 10-03/418.)
2. Методика экспертной оценки ожидаемой частоты аварий на участке газопровода (МЭОЧАГаз) в составе Рекомендаций по учету влияния технико-технологических, природно-климатических и других факторов при прогнозировании аварийности на МГ ОАО «Газпром» (утв. ОАО «Газпром» 27.03.2007)
3. Метод определения удельных частот различных типов разгерметизации МТ. (Приложение №6 к Методике определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах (утв. Приказом МЧС России №404 от 04.07.2009 с изменениями от 14.12.2010 №649)

Основные недостатки

Метода определения удельных частот различных типов разгерметизации МТ (Приложение №6 Методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах, утв. приказом МЧС России от 10.07.2009 №404 с изм. от 14.12.2010 № 649)

- игнорирование отечественного опыта и документов по оценке риска, в т.ч. стандартов ОАО «Газпром», АК «Транснефть»;
- необоснованность предположения о единых закономерностях аварийного разрыва магистральных трубопроводов жидкости и газа;
- использование зарубежной статистики для расчетов вероятности аварии, противоречащей данным по аварийности на магистральных трубопроводах в России.

Подробнее см. www.riskprom.ru

Влияние диаметра трубопровода на частоту аварий и размеры утечек, вызванных движением грунта

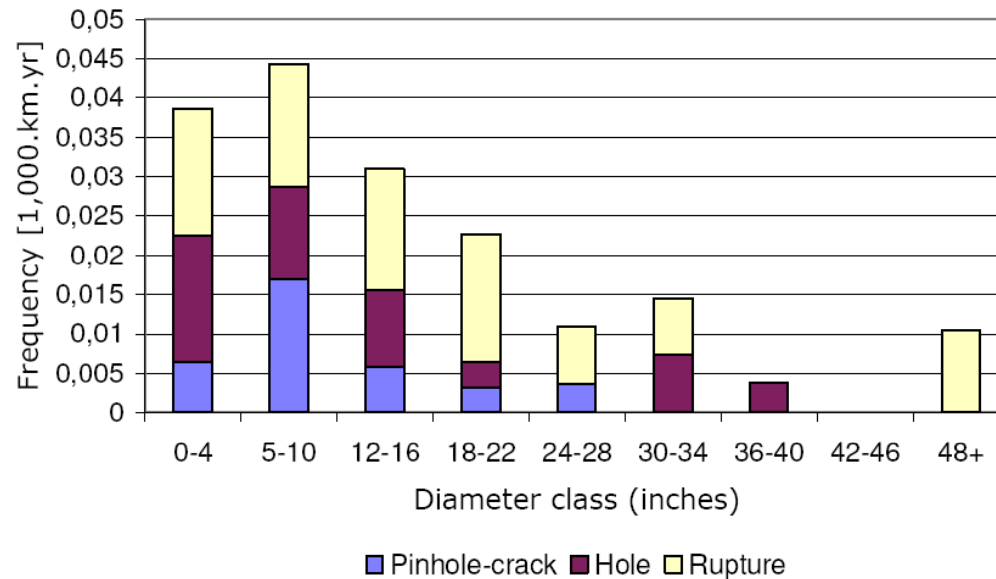


Figure 27: Relation ground movement, size of leak and diameter class

EGIG 6th report (1970-2004)

Поправочный коэффициент, зависящий от диаметра МТ:

$$K_{\text{дгд}} = \exp [-0,00156 \cdot (D-274)]$$

Приказ от 10 июля 2009 года № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (с изменениями на 14 декабря 2010 года)

Влияние толщины стенки трубопровода на частоту аварий и размеры утечки по причинам внешнего антропогенного воздействия

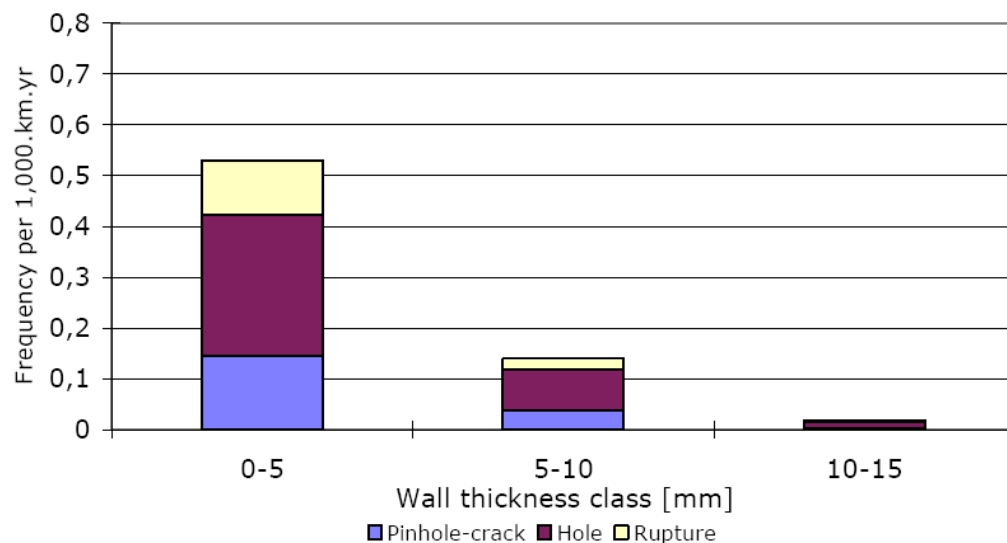


Figure 21: Relation external interference, size of leak and wall thickness class

EGIG 6th report (1970-2004)

**Поправочный коэффициент,
зависящий от толщины стенки МТ:**

$$K_{mc} = \exp[-0,275 \cdot (\delta - 6)]$$

Приказ от 10 июля 2009 года № 404 «Об утверждении методики определения расчетных величин пожарного риска на производственных объектах» (с изменениями на 14 декабря 2010 года)

Основные выводы

- МТ промышленно развитых стран и РФ в целом технологически подобны.
- Существуют различия: природно-климатические условия, внешняя антропогенная нагрузка, конструктивные особенности, техническая культура обслуживания.
- Удельные показатели аварийности МТ РФ и Западных МТ сопоставимы по порядку величин.
- В большинстве случаев: сходные причины возникновения аварий (одно из ярких различий - врезки для хищения на нефтепроводах, КРН – на газопроводах большого диаметра).
- В виду нехватки открытой отечественной статистики, возникает потребность в использовании «внешних» источников статистической информации. Однако, без установления и обоснования критериев подобия оценка аварийности на основе зарубежных данных представляется недостоверной

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ



Наши координаты:

www.safety.ru www.riskprom.ru

e-mail: risk@safety.ru

т. (495) 620-47-50