



От управления к менеджменту «рисков».
Имитационная модернизация:
подмена Безопасности «рисками»

III Всероссийская научно-техническая конференция «Безопасность критических инфраструктур и территорий», НИЦ «НиР БСМ» УрО РАН, Екатеринбург, 09-14 ноября 2009 г.

Гражданкин Александр Иванович

канд. техн. наук, зав. отделом количественной оценки риска

ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности»

www.safety.ru

gra@safety.ru

<http://safety.moy.su>

gra@hotbox.ru

(495) 620-47-50



Перечень рассматриваемых вопросов

(жизнеустроение \Rightarrow производство \Rightarrow безопасность \Rightarrow «риски» ...)

1. Тяжелые промышленные аварии.

Причины и решения

(ответы Запада и СССР-России на техногенные угрозы конца XX-го нач. XXI-го века);

2. Модернизация-3. Опыт неолиберальных реформ в РФ

(европейничество, ограничения модернизационной имитации, гармонизация по-европейски)

3. Промышленность и безопасность

(деиндустриализация, техногенные ЧС, «управление риском», фоновый риск гибели людей на ОП₂О);

Примеры крупных промышленных аварий

Вид огненного шара от автоцистерны с 120 м³ СНГ, Крескент Сити (шт. Иллинойс, США), 21 июня

1970. Масштаб катастрофы можно оценить по ориентирам: водонапорной башне (слева) и поезду (справа).

Источник: Взрывные явления. Оценка и последствия. Бейкер У. и др. М.: Мир, 1986



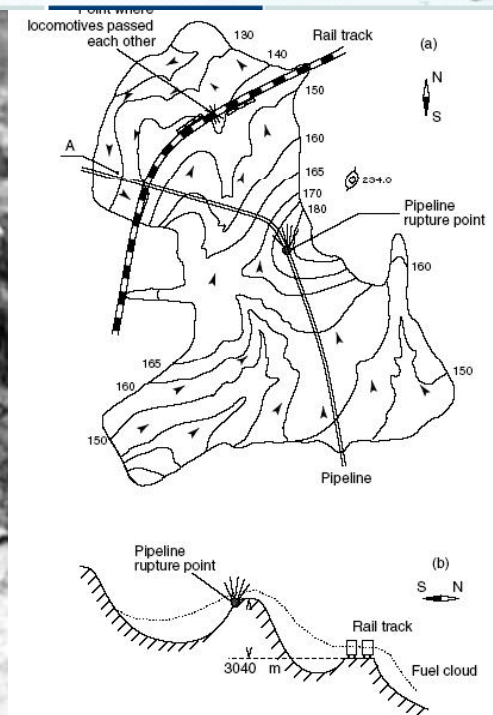
Примеры крупных промышленных аварий

PUERTOLLANO, SPAIN, 14-AUG-2003:



PUERTOLLANO, SPAIN, 14-AUG-2003: Picture shows smoke coming from a Repsol-YPF petrochemicals complex following an explosion in Puertollano, 230 kilometers (140 miles) south of Madrid August 14, 2003. Three people were killed and seven seriously injured August 14 when an accidental explosion ripped through a Spanish petrochemicals complex, the oil company said. [Photo by Stringer, copyright 2003 by AFP, Getty Images, and ClariNet]

Россия, Уфа, 4 июня
1989 г. Авария на
магистральном
газопроводе. Погибло
или тяжело пострадало
1224 человека.
Площадь, покрытая
облаком – 2.5 кв. км.



**Англия, Лондон, 11 декабря 2005 г -
самый большой со времён второй
мировой войны промышленный
пожар на нефтехранилище
Vansfield . В общей сложности
огнем были охвачены 20
резервуаров с топливом.
Пострадало 43 человека.**





**Северное море, 06.07.88. Авария на платформе «Piper Alpha»
Погибло 164 чел.**



Тяжелые промышленные аварии - техногенные угрозы 70-80-х годов XX-го века

- Стейтен Исланд (**США, 1973**, пожар с участием СПГ, погибло **40 чел.**),
- Потчеструм (**ЮАР, 1973**, утечка аммиака, погибло **18 чел.**),
- Фликсборо (**Великобритания, 1974**, взрыв циклогексана, **погибло 28** и травм. **89 чел.**),
- Декейтор (**Иллинойс, США, 1974**, взрыв пропана, **погибло 7** и травмировано **152 чел.**),
- Беек (**Нидерланды, 1975**, взрыв пропилена, **погибло 14** и травмировано **107 чел.**),
- Севезо (**Италия, 1976**, токсическое заражение от выброса диоксина, пострадало **30 чел.**, переселены **220 тыс. чел.**),
- Уэстуэго, Галвестон и др. (**США, декабрь 1977 г.**, 5 взрывов пыли за 8 дней на разных элеваторах, **погибло 59** и 48 чел. ранены),
- Сан-Карлос (**Испания, 1978 г.**, взрыв пропилена, **погибло 215 чел.**),
- Санта Круз (**Мексика, 1978**, пожар с участием метана, **погибло 52 чел.**),
- Ортуэлла (**Испания, 1980**, от взрыва пропана **погиб 51 чел.**),
- Бхопал (**Индия, 1984**, выброс метилизоцианата, **погибло более 2 тыс. чел.**, стали инвалидами более **200 тыс. чел.**),
- Сан-Хуан-Иксуатепек (Мехико-Сити, **Мексика, 1984**, взрывы сжиженного нефтяного газа, **погибло 644 чел.**, 7087 чел. травмированы),
- Арзамас (**СССР, 1988**, взрыв гексогена, **погиб 91 чел.**, пострадали 1500 чел.),
- **Piper Alpha** (Северное море, **1988**, взрыв газа на морской нефтедобывающей платформе, **погибло 167** из 226 чел.),
- Уфа (**СССР, 1989**, взрыв ШФЛУ, **погибли 575**, ранены более 600 чел.).



Тяжелые промышленные аварии -70-80-х годов XX-го века ВЫЗОВЫ и ОТВЕТЫ

НЕСООТВЕТСТВИЕ между сложностью техники и инструментарием **техники безопасности**

(от надежности человеко-машинных систем к безопасности технико-социальных систем)

Ответ Запада – Тримайл-Айленд (1979), директивы Севезо I, II (82, 96 гг.):
в фокусе внимания рискующий индивид, а не опасный объект

- конкурентная схватка ИНДИВИДОВ: рискующих жизнью или прибылью
- вытеснение опасных производств на ПЕРИФЕРИЮ «устойчивого развития»
- безопасные ТОВАРЫ индивид потребляет без «отпечатка» опасности труда
- «управление риском» - КОНТРОЛЬ над техногенными страхами индивидов
- ПОСТИНДУСТРИАЛИЗМ – витрина «безопасного производства»



Тяжелые промышленные аварии - конца XX-го нач. XXI-го вв. ВЫЗОВЫ и ОТВЕТЫ

НЕСООТВЕТСТВИЕ между сложностью техники и инструментарием техники безопасности

(от надежности человеко-машинных систем к безопасности технико-социальных систем)

Ответ СССР-России – Чернобыль (1986), ФЗ-116 (97г.):

в фокусе внимания опасный объект в нечужеродном технolandшафте

- Сбережение опыта охраны труда и «абсолютной безопасности»
- Пром.безопасность – цивилизационный атрибут отечественного производства
- Государственная СТАНДАРТИЗАЦИЯ безопасности отечественного производства

НЕСООТВЕТСТВИЕ между рыночными целями и безопасными проектными режимами

(от безопасности технико-социальных систем к «надежности» рынка техники)

Ответ РФ – Саяно-Шушенская ГЭС (2009), ФЗ-184, ФЗ-123 (02,08 гг.):

в фокусе внимания поставщик товаров (безопасного?) производства

- Техническое регулирование безопасности рынка произведенных (где и как?) товаров
- Пром.безопасность – инструментальная смесь «надежности» и «рисков»
- ДЕИНДУСТРИАЛИЗАЦИЯ: (в среднем) снижение аварийности и травматизма



2. ЧТО ТАКОЕ МОДЕРНИЗАЦИЯ

Модернизация - макропроцесс перехода от общества традиционного к современному (от «Семьи» к «Рынку»)

Полная Модернизация - 4 макрореволюции на западе за ~ 4 века:

- A. Реформация XVI – нач.XVII вв** (началась в Германии с прибывания 31.10.1517 г. к дверям виттенбергской Замковой церкви М. Лютером своих «95 тезисов»; Зап. и Центр. Европа в XVI – начале XVII веков);
- B. Буржуазные революции XVI–XVIII вв** (начались с Нидерландской 1566–1609 гг., Английской 1640–1642 гг., Американской 1776 г. и Великой Французской 1789 г. революций);
- C. Научные революции XVII–XX вв** (начались с механической картины мира Ньютона в XVII веке; с середины XX-века научно-техническая революция - переход к постиндустриальному обществу);
- D. Промышленные революции XVIII–XX вв** (начались с изобретением в Англии парового двигателя во второй половине XVIII века, завершается возникновением индустриального общества).

Обновление техники – следствие МОДЕРНИЗАЦИИ (полной или защитной)



2. Виды МОДЕРНИЗАЦИЙ

ВИД модернизации (примеры в России)	Типы модернизирующих макрореволюций			
	A. Реформация	B. Буржуазные	C. Научные	D. Промышленные
ПОЛНАЯ Запад, XVII–XX вв.	+	+	+	+
ЗАЩИТНАЯ (незападная)	—	—	+	+
Пример защитных модернизаций 1) петровская с нач. XVIII в 2) сталинская с 30-х гг. XX в.	1) 23.12.1719 г. Петром I утвержден Указ об учреждении Берг-коллегии. 2) 01.07.1954 г. создан Комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору при Совмине СССР (Госгортехнадзор СССР)			
ИМИТАЦИОННАЯ (незападная)	+	+	—	—
ПРИМЕР «догоняющей» модернизации в РФ 3) вестернизация с конца . XXв	Перестройка= =Реформация (Яковлев А.Н.) Каргоистский культ недопротестантов- потребителей	Ползучая бурж. революция: «раз- государствление» «переход к рынку», административные реформы	Техника без науки Свертывание научно- технического развития	Деиндустриализация Реформа технического регулирувания



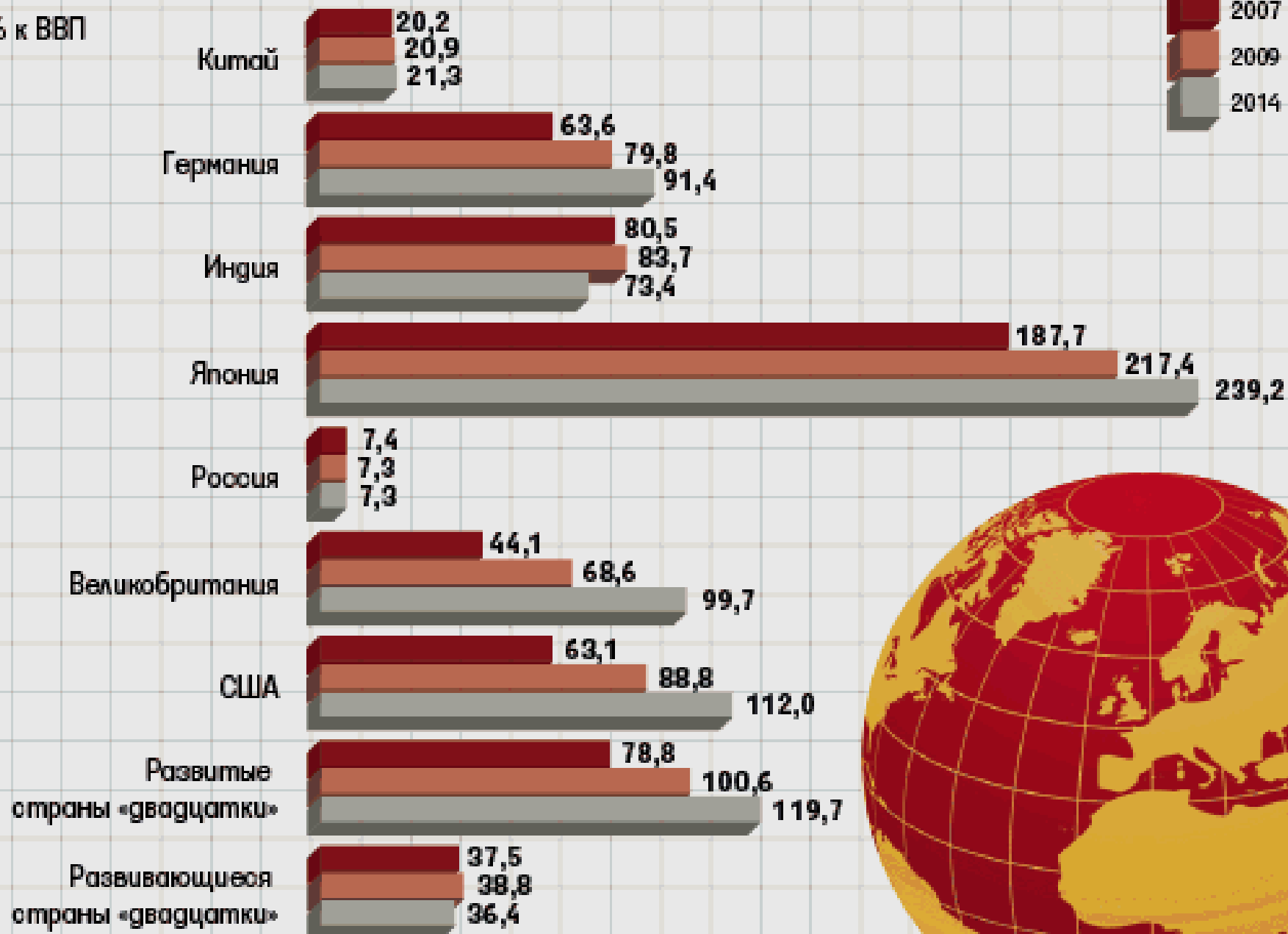
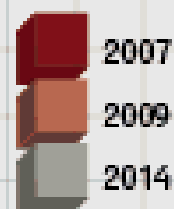
3-я модернизация: опыт РФ

- 1. Имитационный проект (вестернизация):**
подражание Западу на периферии европрогресса
 - 3-я модернизация через европейничество;
 - «не та цена» петровской и сталинской модернизаций;
 - перестройка-2: встраивание в периферию евроцивилизации
- 2. Фундаментальные ограничения неолиберальной модернизации / «дураки и дороги» - показано 20-летней реформ:**
 - неконкурентоспособные природно-климатические условия;
 - «не тот народ» с «врожденным» патернализмом и солидарностью;
 - нерыночные «монопольные» социо-технические системы;

Маркиз де Кюстин в книге «Россия в 1839 году» сказал о николаевской России: «Здесь следовало бы все разрушить, что бы создать народ»
- 3. «Гармонизация» с евроцивилизацией:**
заимствование техники без науки
 - каргоистский культ: товары и пушки;
 - размытие отличий российской цивилизации
 - деградация научно-технической культуры;
 - откат в обеспечении безопасного труда в промышленности

ОБЪЕМ ГОСДОЛГА СТРАН

% к ВВП



ИСТОЧНИК: МФВ



Российско-китайская интеграция

Ключевые совместные проекты на территории России

- Освоение Березовского железорудного месторождения (Забайкальский край)
- Разработка золото-серебряно-полиметаллических руд в Нижнеудинском районе (Иркутская область)
- Освоение оловорудного месторождения «Соболиное» (Хабаровский край)
- Освоение Новиковского бурого угольного месторождения (Сахалинская область)
- Добыча и переработка каменного угля на Беринговском месторождении (Чукотский АО)



Александр Жуков

ВИЦЕ-ПРЕМЬЕР

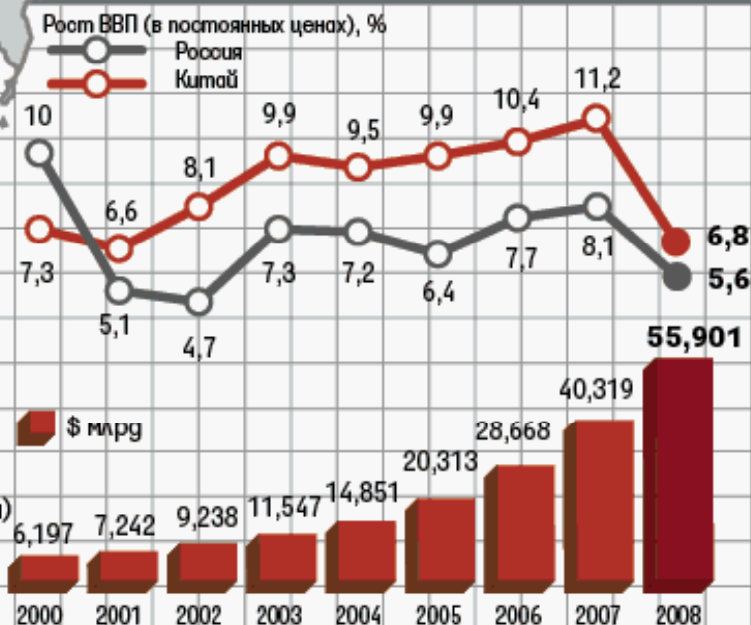
«Во время визита премьер-министра Владимира Путина в Китай Россия и КНР планируют заключить **38** соглашений на сумму более **\$5,5 млрд**»



Совместные проекты на территории Китая

- Производство высококачественной мебели объемом 300 000 наборов в год (Внутренняя Монголия)
- Строительство кинотеатровозвлекательного комплекса (Внутренняя Монголия)
- База по производству и сборке электроприборов (провинция Хэйлунцзян)
- Производство легкового автомобиля с электробензиновым двигателем (провинция Цзилинь)
- Производство силовых трансформаторов (провинция Ляонин)

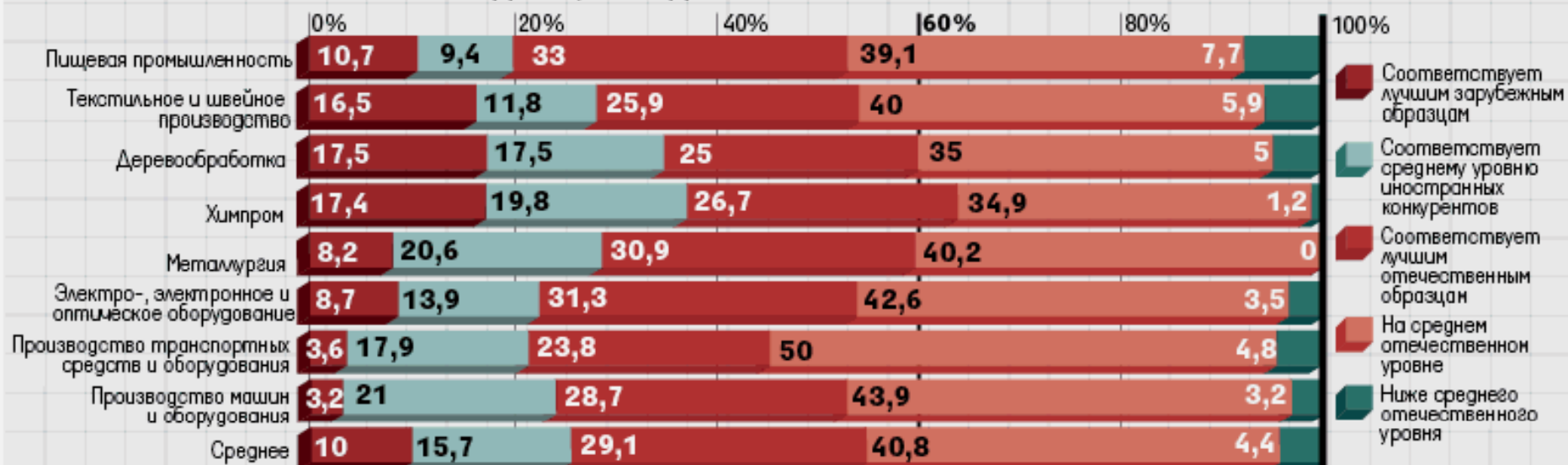
ТОВАРОБОРОТ И ВВП РОССИИ И КИТАЯ



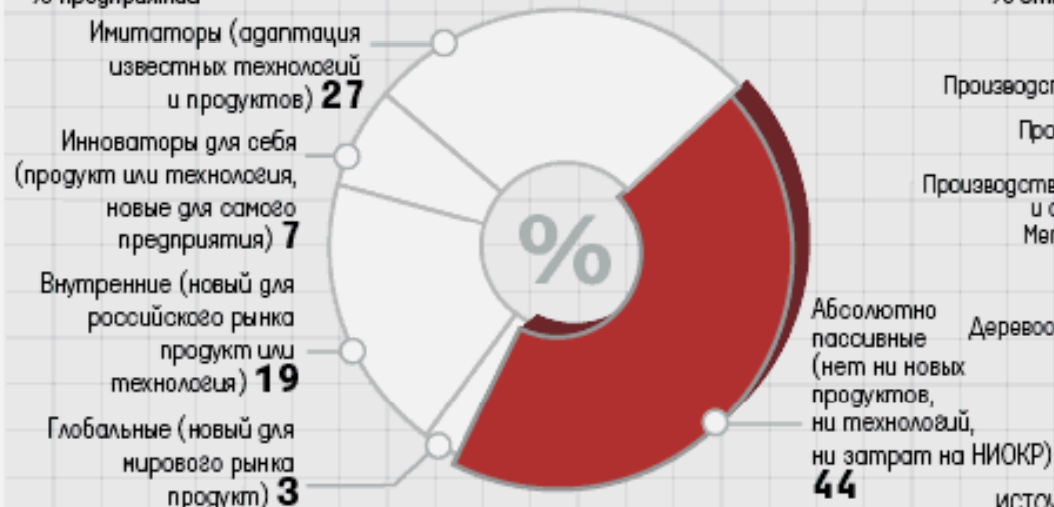
ИСТОЧНИКИ: РОССТАТ, BLOOMBERG, REUTERS

Индустрия и инновации: нет связи

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ ПРОИЗВОДСТВА, % ПРЕДПРИЯТИЙ



УРОВЕНЬ РАЗРАБОТОК РОССИЙСКОЙ ИНДУСТРИИ, % предприятий



ДОЛЯ ИННОВАЦИОННО-АКТИВНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ



ИСТОЧНИК: ИНСТИТУТ АНАЛИЗА ПРЕДПРИЯТИЙ И РЫНКОВ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ ЭКОНОМИКИ



3. Промышленность и безопасность

- 1. Промышленное производство - основа современной индустриальной цивилизации**
(без промышленного материального производства обходятся:
А - доиндустриальные аграрные цивилизации;
Б - ядро постиндустриальной империи, где все материальное небезопасное производство вынесено на периферию)
- 2. Безопасное производство - отличительная особенность отечественной технической культуры, завоевание России как цивилизации**
(при Рынке безопасный труд - дорогая роскошь)
- 3. Промышленная безопасность – атрибут жизнестойкости индустриального общества, ответ Человека-труженика на угрозы крупных аварий**
(от техники безопасности в 50-60-х к промбезопасности в 80-90-х;
знание без-ти: от человеко-машинных к социо-техническим системам)



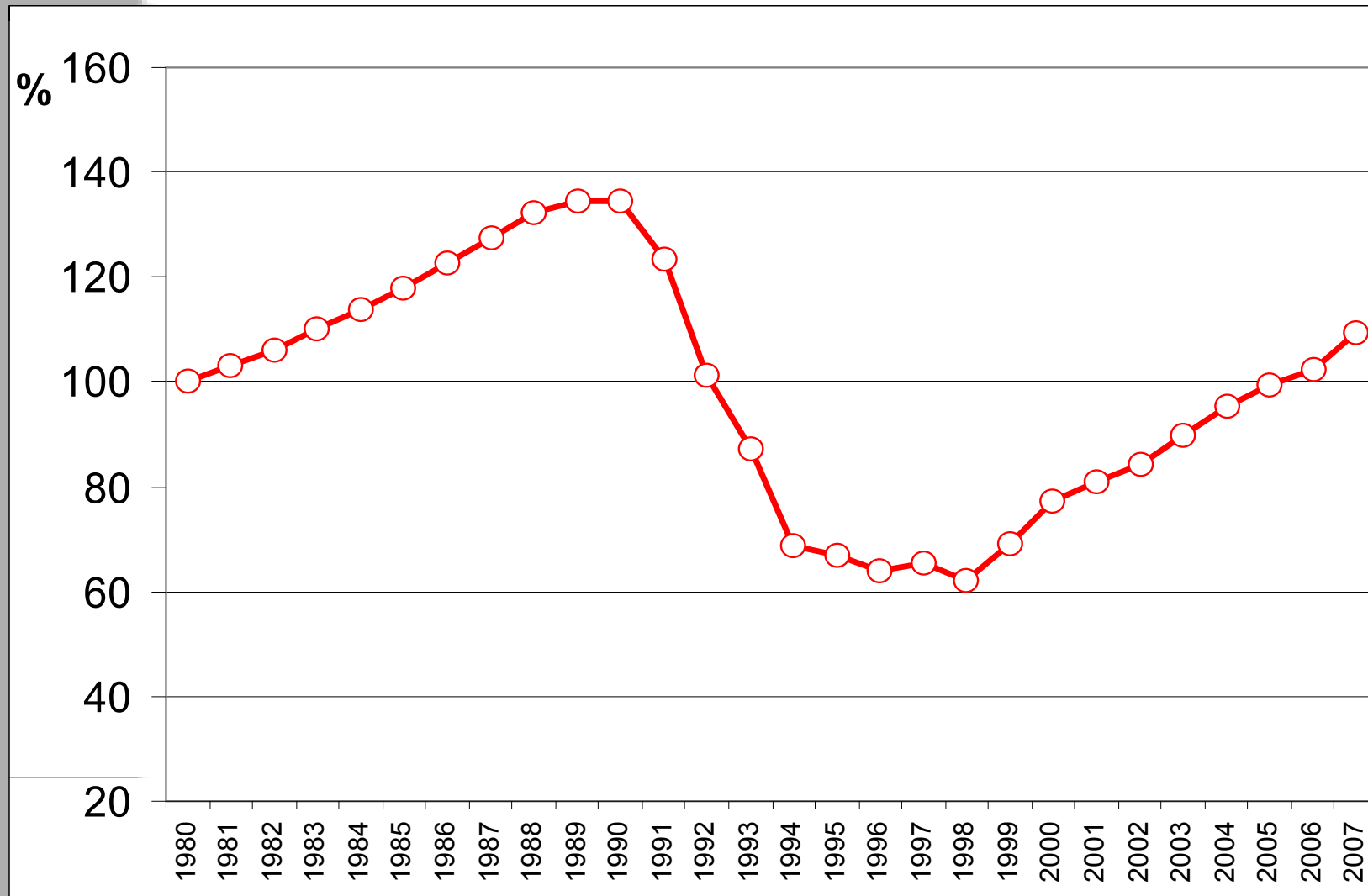
3. особенности российского промышленного производства

- 1. Состояние рецессии** : небольшая и открытая экономика (импортозамещение внутреннего рынка за счет экспорта энергоресурсов; перенасыщенность внешних рынков сбыта, недозагруженность иностранных производственных мощностей; скудость иностранных инвестиций в производство – на душу населения меньше чем в «тоталитарной» Белоруссии)
- 2. Качество рабочей силы не соответствует требованиям современных технологий** (2/3 советских рабочих перемещены в сферу услуг за счет прибылей от продаж природного сырья; снижение трудовой и технологической дисциплины; упадок профобразования)
- 3. Относительно дешевые энергоресурсы и ветшающие основные производственные фонды** (советские; износ основн. производственного оборудования до 85%)



3. Объем производства промышленной продукции в РСФСР и РФ (в сопоставимых ценах, 1980 г. принят за 100%)

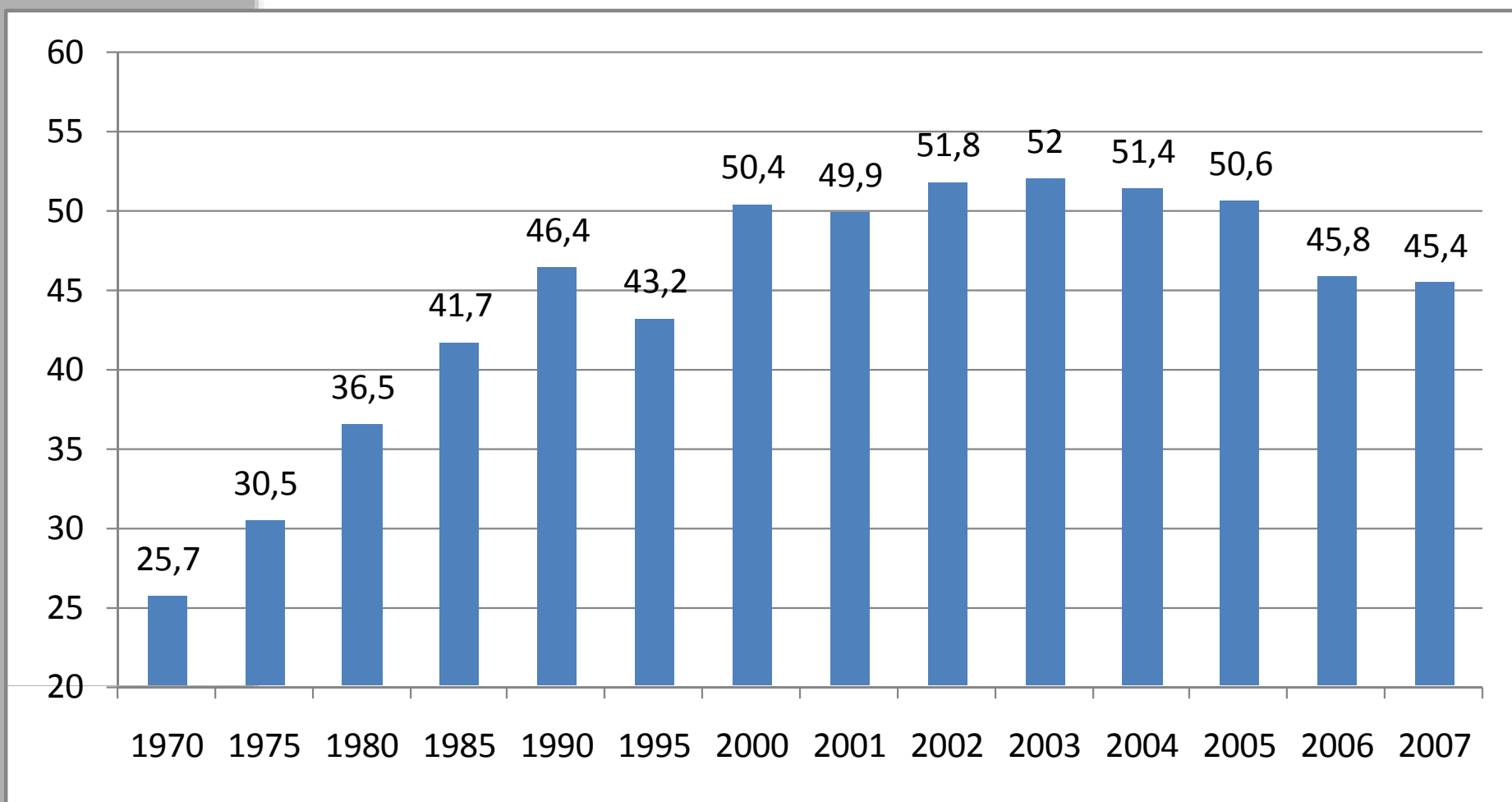
Источник: Кара-Мурза С.Г., Глазьев С.Ю., Батчиков С.А. Белая книга реформ 2002, 2008





Степень износа основных фондов по отраслям промышленности (в %)

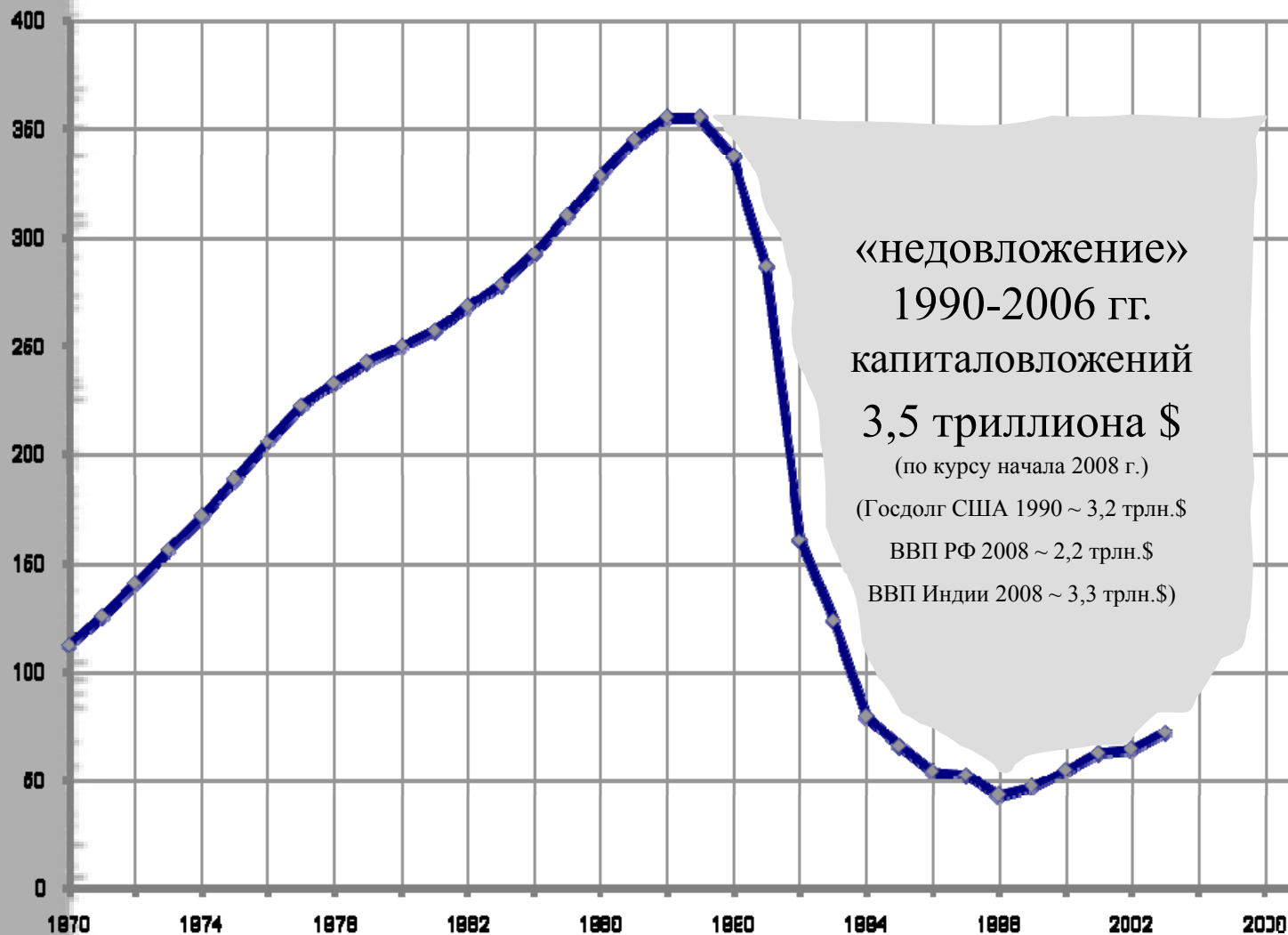
ИСТОЧНИКИ: Глазьев С.Ю. Развитие российской экономики в условиях глобальных технологических сдвигов / Научный доклад. М.: НИР, 2007. – 134 с. (Рус.)
Промышленность России. 2008: Стат.сб./ Росстат - П81 М., 2008. - 381 с.





Инвестиции в основной капитал отраслей, производящих товары в РСФСР и РФ, (в сопоставимых ценах, 1969 принят за 100%)

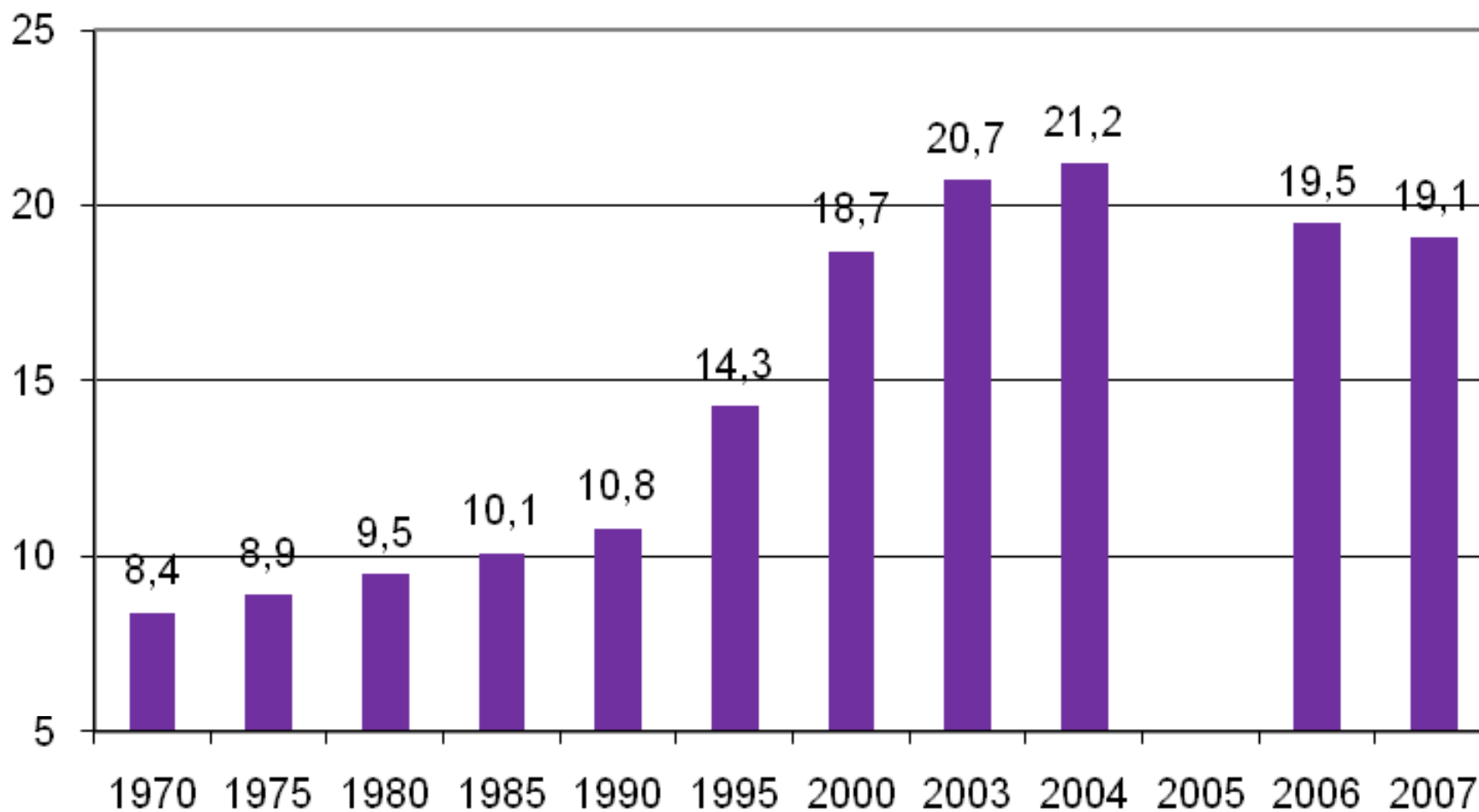
Источник: Кара-Мурза С.Г., Глазьев С.Ю., Батчиков С.А. Белая книга реформ// <http://www.karamurza.ru/books/wb/index.html>





Средний возраст оборудования, лет

ИСТОЧНИКИ: 1) Промышленность России 2005. Стат. сб./ Росстат. М., 2006. С. 128.
2) Глазьев С.Ю. Развитие российской экономики в условиях глобальных технологических сдвигов / Научный доклад. М.: НИР, 2007. – 134 с. (Рус.)
3) Промышленность России. 2008: Стат.сб./ Росстат - П81 М., 2008. - с 117.





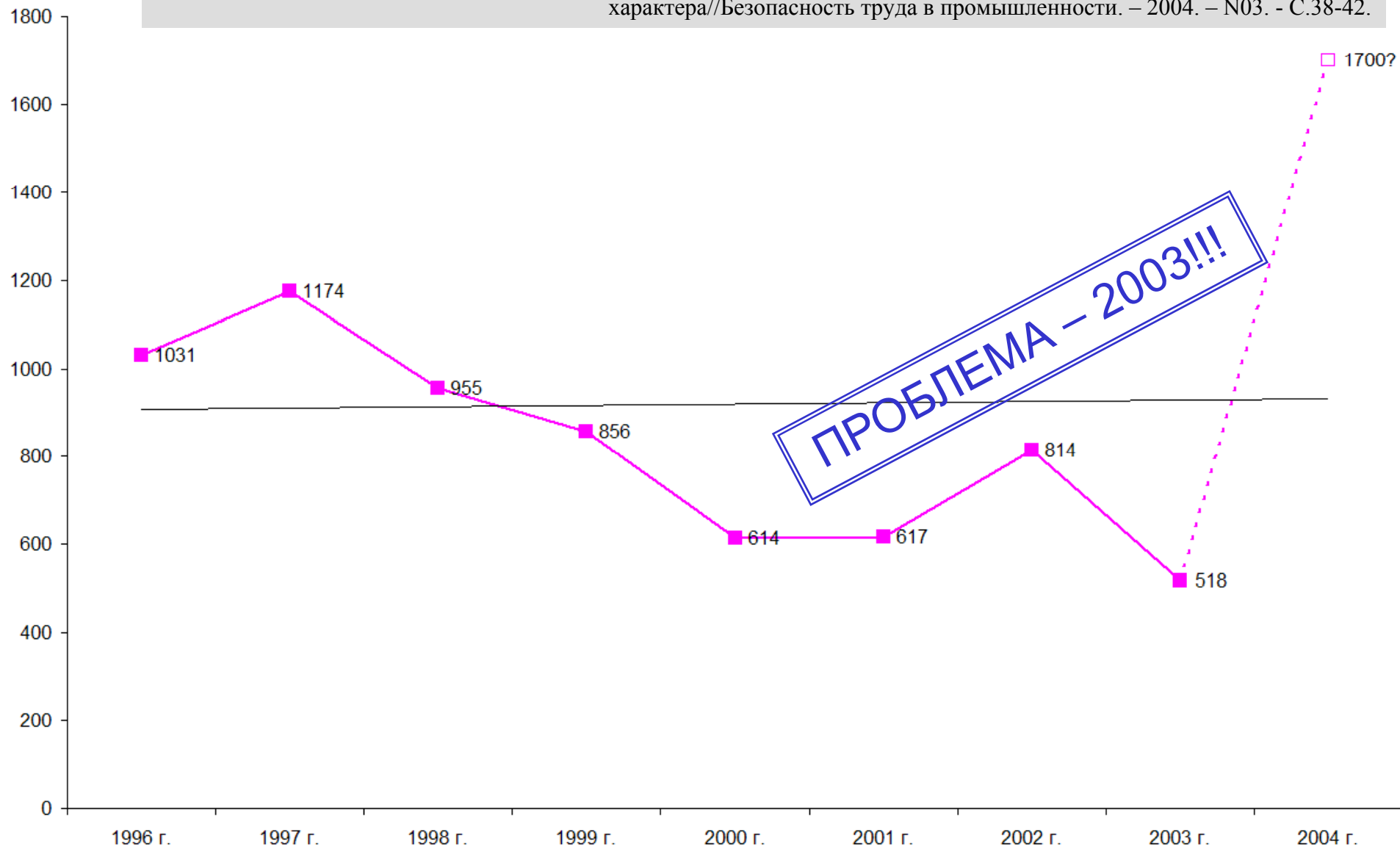
ФОНОВЫЙ риск аварий на производствах РФ

Эквиваленты по потерям человеческих жизней	Абсолютная смертность чел/год	Удельный смертельный травматизм
1тн продукции нефтепереработки 1тн добытой нефти 1м3 добытой горной массы 1000 м3 добытого газа	3...7 20...26 84...100 2...4	Единицы: 2-8 смертей (смрт.) на /100 млн. тонн, /100 млн м3, /100 млрд. м3
1тн продукции металлургии 1тн добытого угля 1тн продукции хим/нефтехим	23...32 120...180 7...14	Десятки от 14 (Me) и до 70 смрт. на /100 млн. тонн <small>(~1/10 объема переработки и ~1/20 добычи)</small>
1км магистрального трубопровода 1км подземного трубопровода сети газоснабжения	2...4	Единицы: 5-10 смрт. на /100 тыс. км соотношение протяженностей 1:1,5
1ед. «подъемное сооружение» 10ед. «объектов котлонадзора»	100...110 3...8	14 и 1,6 смертей на /100 тыс. объектов (соотношение числа объектов 2:1)



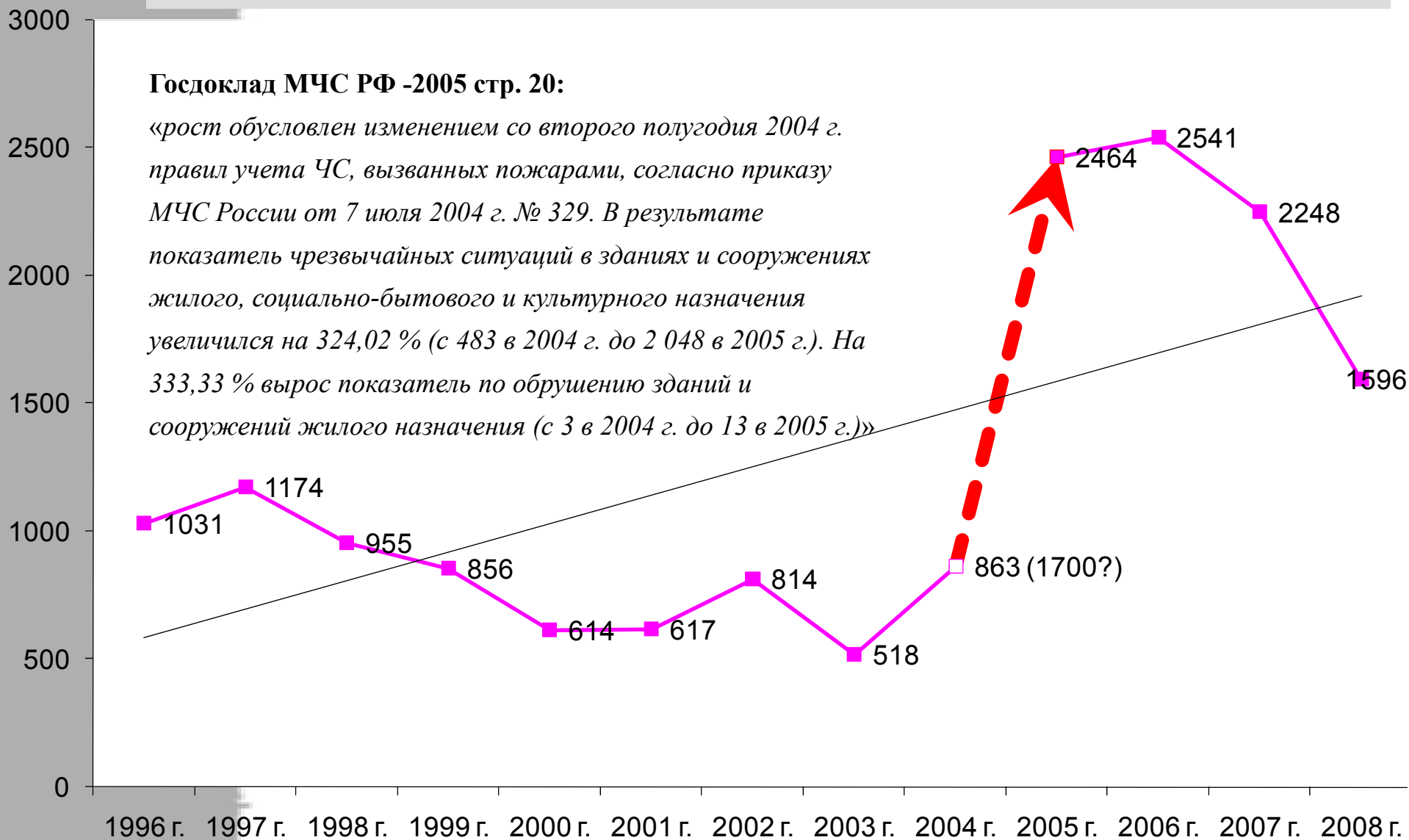
Динамика техногенных ЧС за период 1996-2003 и "прогноз" на 2004

Источник: Гражданкин А.И., Печеркин А.С. О влиянии «управления комплексным риском» на рост угроз техногенного характера//Безопасность труда в промышленности. – 2004. – N03. - С.38-42.





Динамика техногенных ЧС за период 1996-2008





Опасность. Риск. Приемлемость

ОПАСНОСТЬ аварии — системное свойство, характеризующее возможность возникновения аварии с причинением **ущерба**

РИСК аварии — мера опасности, измеряющая частоту возникновения аварии и тяжесть ее последствий (параметр ОПО/аварийности, показатель опасности)

ПРИЕМЛЕМЫЙ: Такой, который можно принять, с которым можно **СО**гласиться (Ожегов).

Такой, с которым можно **СО**гласиться, не вызывающий возражений. (Ушаков)



параметр-показатель-критерий

Параметр [системы] — любая измеримая количественно величина

Признак - величина, характеризующая свойство объекта, значения которой определяются по качественной шкале
*«признаком **опасного** производственного объекта является использование **опасных** веществ»*

Показатель [свойства системы] — величина показывающая
скрытое свойство системы («латентная величина»)

параметр/признак становится показателем при наличии теории или эмпирического правила, которые связывают параметр/признак со скрытым свойством системы/процесса
*«на **Опасных** ПО могут происходить Аварии с тяжелыми последствиями. Риск – мера этой опасности»*

Критерий (от греч. kritērion - средство для суждения) —
правило или условие, позволяющее разделять
множество объектов на интересующие исследователя
подмножества

Критерий [постановки и достижения цели] – отражает представления о добре и зле, исходя из которых ставится задача для достижения цели более высокого порядка
напр.: «наладить полезное и безопасное производство, а не снизить риск до приемлемого»



СХЕМА аутистического использования критерия приемлемости риска

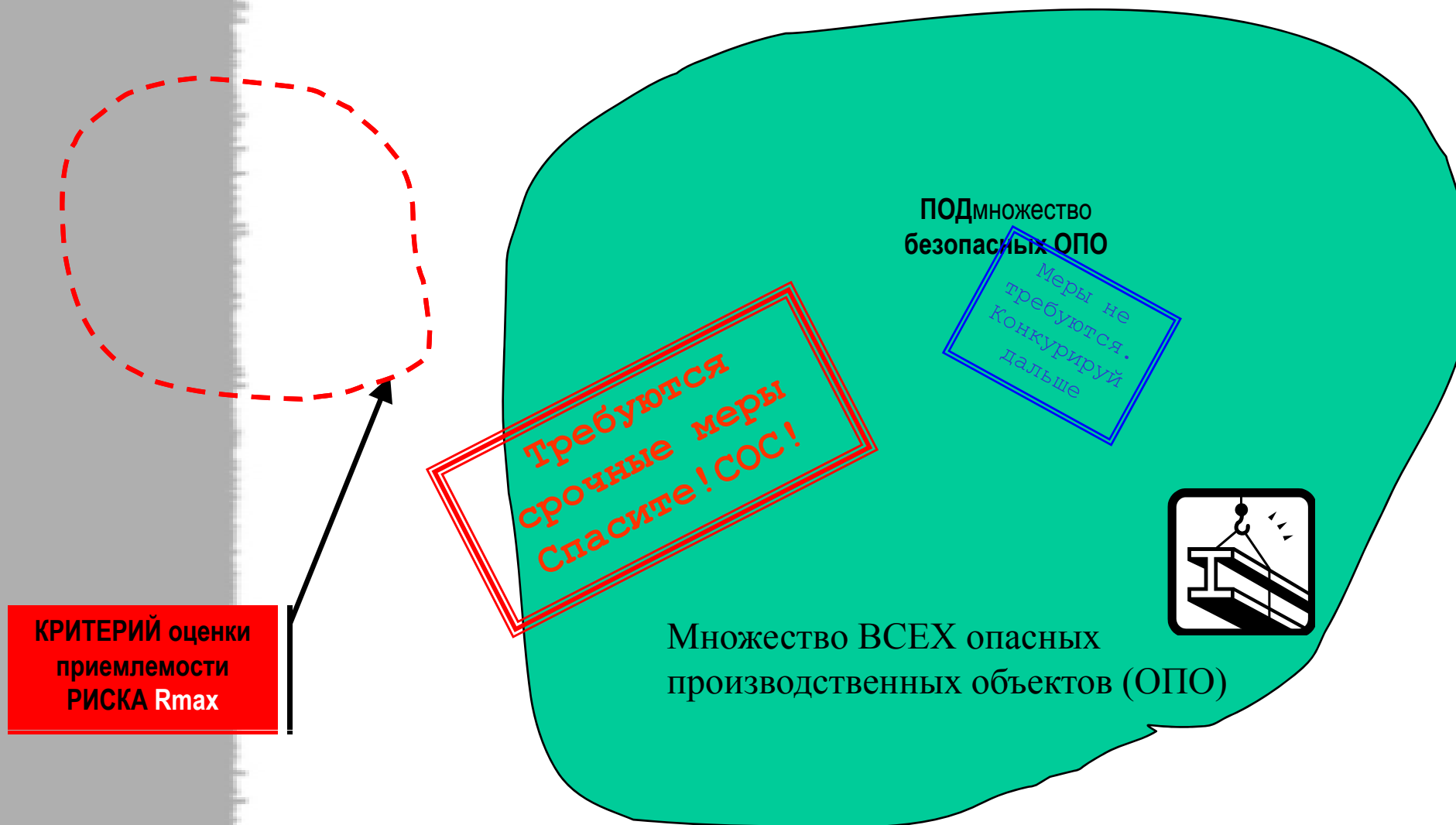
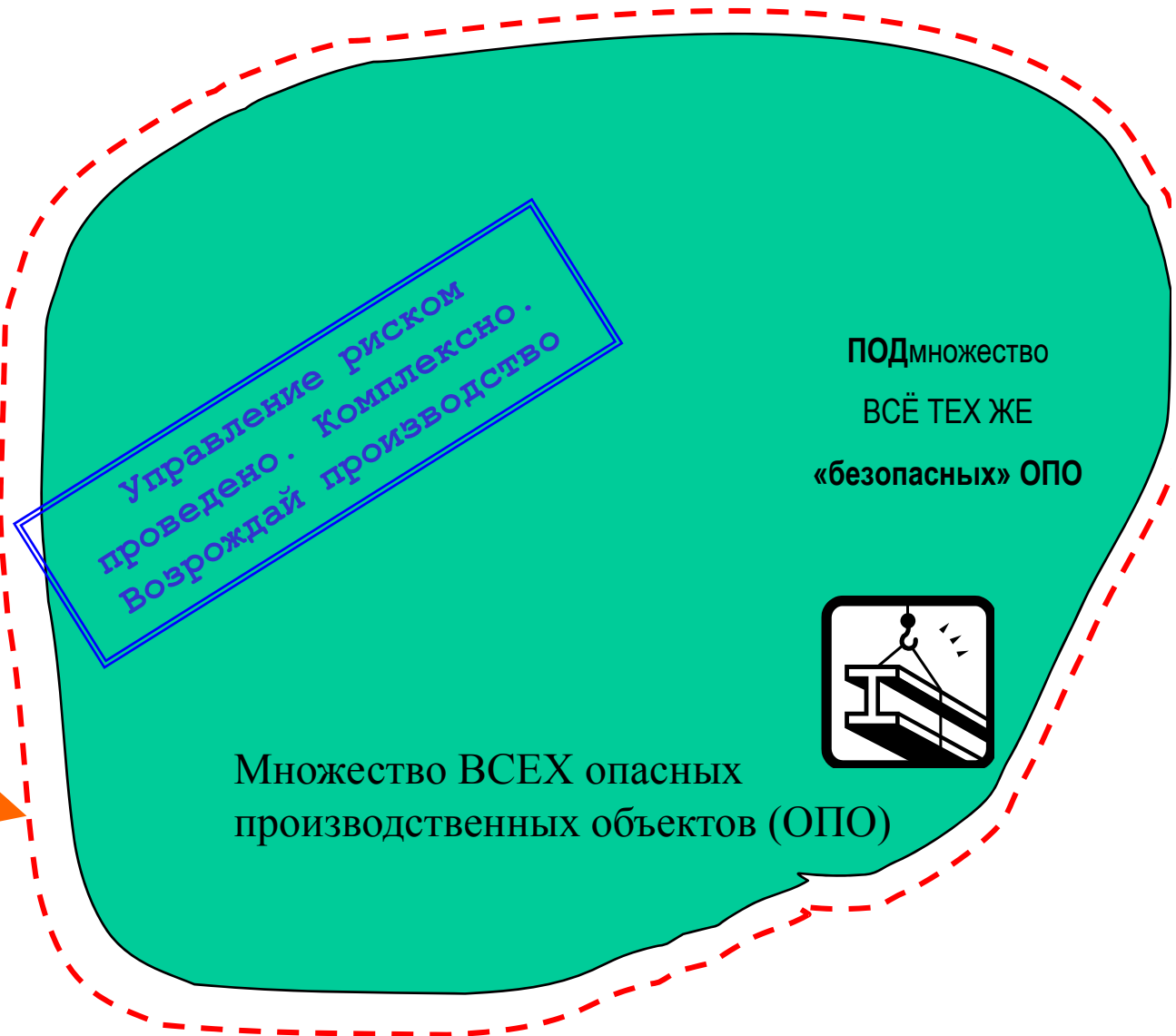
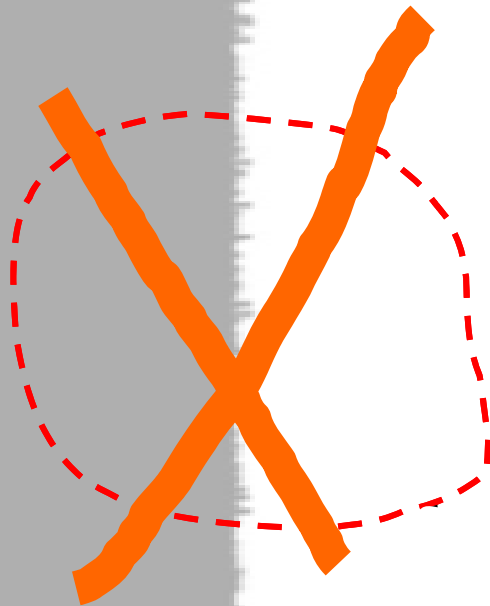




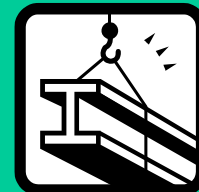
СХЕМА практического «управления риском»



КРИТЕРИЙ оценки приемлемости РИСКА R_{max}

Множество ВСЕХ опасных производственных объектов (ОПО)

ПОДмножество ВСЁ ТЕХ ЖЕ «безопасных» ОПО





Система мер обеспечения безопасности на ОПО

Основная цель – минимизация негативных проявлений аварийности и травматизма на производстве

$$\begin{cases} I_{\tau} = M_{\tau}[Y + Z] \rightarrow \min \\ U_{\tau} = f(\dots, Y, Z, \dots) \geq U_{\tau}^{\lim} \end{cases}$$

- I – издержки от проявлений аварийности и травматизма
- Y – ущерб(вред) от аварийности и травматизма
- Z – затраты на предупреждение аварийности
- U – полезность производства (при рынке - прибыльность)



«Комплексно-риско-управляющая» имитация безопасности на ОПО (1)

Мета-цель – локальное увеличение прибыли, за счет передачи издержек от аварийности и травматизма «отсталым» экономическим субъектам

$$\left\{ \begin{array}{l} U_{\tau}^{\$} = f(\dots, I, \$, \dots) \rightarrow \max \\ \$_{\tau} \leq U_{\tau}^{\$} \end{array} \right.$$

- I – издержки проявлений аварийности и травматизма
- $\$$ – затраты на передачу издержек I «отсталым»
- U – прибыльность (рыночная полезность)



Подмена БЕЗОПАСНОСТИ «рисками» (приемлемыми)

Цель-прикрытие – достигнуть приемлемого риска аварийности и травматизма «любой ценой»

Управление риском
проведено комплексно.
Возрождай производство

$$\left\{ \begin{array}{l} M_{\tau}[Y] = R_{\tau}(\dots, Z, \dots) \rightarrow R_{i\$k} \\ \$_{\tau}(\dots, R_{i\$k}, \dots) \leq U_{\tau}^{\$}(\dots, Y, Z, \dots) \end{array} \right.$$

R – риск аварийности и травматизма ($Ri\$k$ – приемлемый)

Y – ущерб(вред) от аварийности и травматизма

Z – затраты на предупреждение аварийности

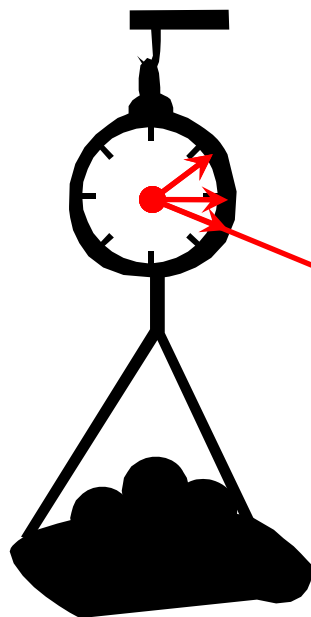
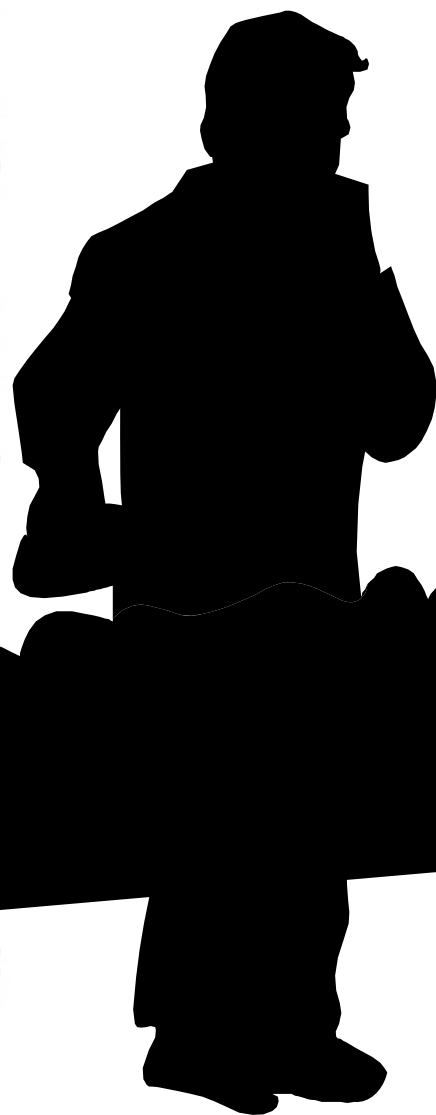
$\$$ – затраты на передачу издержек аварийности «отсталым»

U – прибыльность

«Любая цена» - рост опасностей у неконкурентноспособных и их последующая «естественная» гибель во имя прогресса



6 руб



Управление
риском =
управление
мерой



Риск-МИФОЛОГИЯ

1. **РИСК** – не параметр опасного объекта (не показатель его опасности), а загадочный **«ОБЪЕКТ»**, связующий технику, смерть и деньги (🔧~💀~💰)
2. Неведомый **РИСК-«объект»** анализируют, допускают, идентифицируют, избегают, исследуют, осуществляют его коммуникацию, мониторинг и менеджмент, на него воздействуют, его обрабатывают, оценивают, оптимизируют, осознают, оставляют, переносят, предотвращают, распределяют, принимают, разделяют, снижают, сохраняют, им управляют и даже финансируют,
3. Если недопустимый (где?) **РИСК-«объект» отсутствует** (там?), то наступает **«Безопасность»** (где-то там...)
4. Промышленная БЕЗОПАСНОСТЬ = смесь «надежности» и «РИСКА»
5. Расцвет разработок и «теорий **РИСКА**»



Редукционизм «техрегулирования» – сведение сложного к простому

1. **Мир** – это рынок, **Человек** – продавец или покупатель,
Жизнь – конкуренция («падающего подтолкни», «каждый за себя»)
2. **Нормы безопасности** – лишь требования к товарам на рынке
3. **Защищенность жизни и здоровья Homo economicus**
обеспечивается безопасным товарооборотом (Т-Д-Т)
(Безопасность – есть системное свойство функциональной целостности **не** товаров на рынке, а сложных **социо-технических систем**, в которых эгоцентричное увеличение прибыли не является их жизненно важной функцией. По сути Безопасность определяет жизнестойкость человека между добром и злом)
4. **Безопасность периферийного производства** нужно принести в жертву **свободе торговли ядра цивилизации**
(Отечественные культурно-исторические, «живые» требования без-ти заменяются схоластическими «священными» еврономами)



Техрегулирование и Двойные стандарты

Все сильные страны сегодня имеют двойные стандарты:

декларируемые писанные (1) и **исполняемые** неписанные (2).

В использовании двойных стандартов возможно несколько вариантов:

- а) Хорошо бы иметь и (1) и (2) **свои** (тогда **ты сильный**);
- б) Когда (1) **чужой**, а (2) **свой** – это хитрая **уловка ослабленного**;
- в) Очень плохо слабому, когда (1) **свой**, а (2) **чужой** - тогда ничего не понятно, почему **вдруг все рушится**;
- г) Если и (1), и (2) - **чужие**, то **вновь становишься сильным, только** уже не нашим.

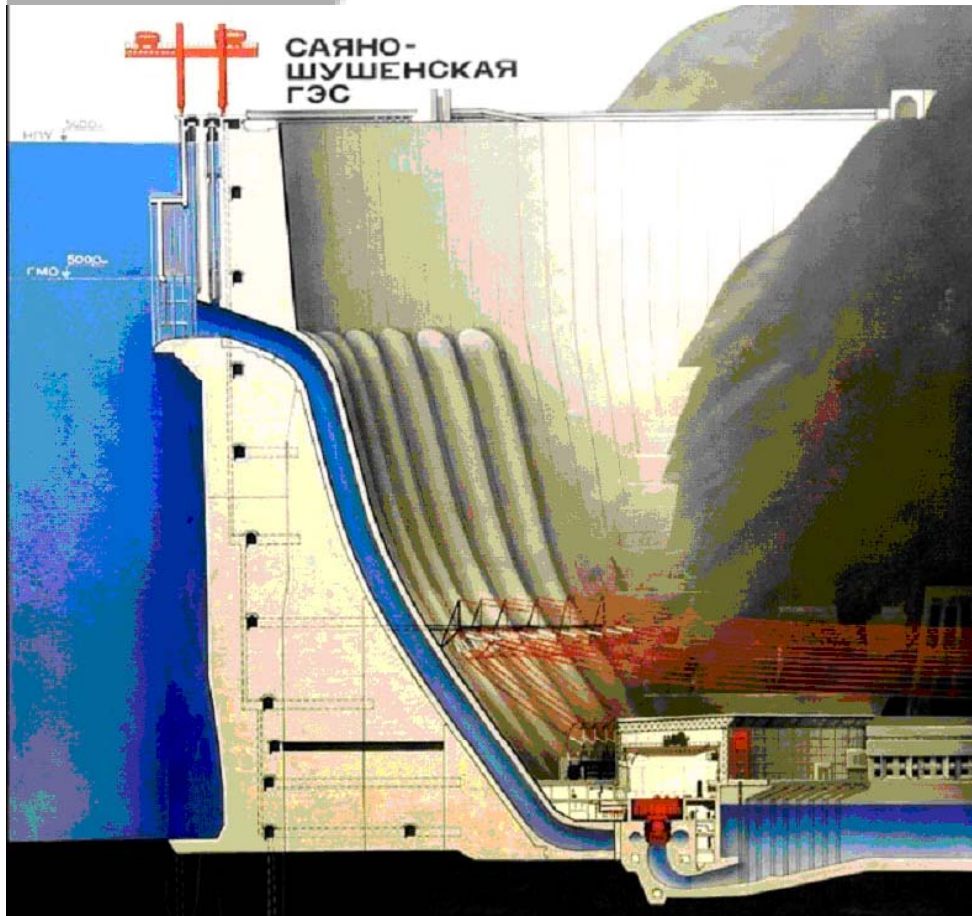
Сегодняшняя реформа техрегулирования ведет к последнему (г), поэтому и имеет «наших» сторонников, которые хотят стать новыми «сильными», вполне искренне.



Авария на СШ ГЭС 17.08.09 реакция сложной соц-тех-системы на смену цели производственной деятельности

Агрегаты ГЭС проектировались в предположении, что их режим работы и обслуживания будут происходить в рамках ЕЭС СССР.

Для расчлененной ЕЭС РФ (как суммы деградирующих систем) нужны другие элементы и связи с принципиально иными свойствами.



Старые элементы и связи от ЕЭС СССР **не смогли адаптироваться** для обслуживания внешней новой системы «свободного» рынка электроэнергии.

После аварии **непроектная нагрузка** на оставшиеся элементы и связи осколков ЕЭС еще более **усилилась**.

Необходимо изучать «получившуюся» систему и «притирать» ее старые элементы и связи к возникшим условиям.

ГОСТы, еuronормы, их смесь в техрегламентах – существенно **искажают картину актуальных опасностей** (ГОСТы - «отстали», еuronормы – «впереди», техрегламенты – «сбоку»).



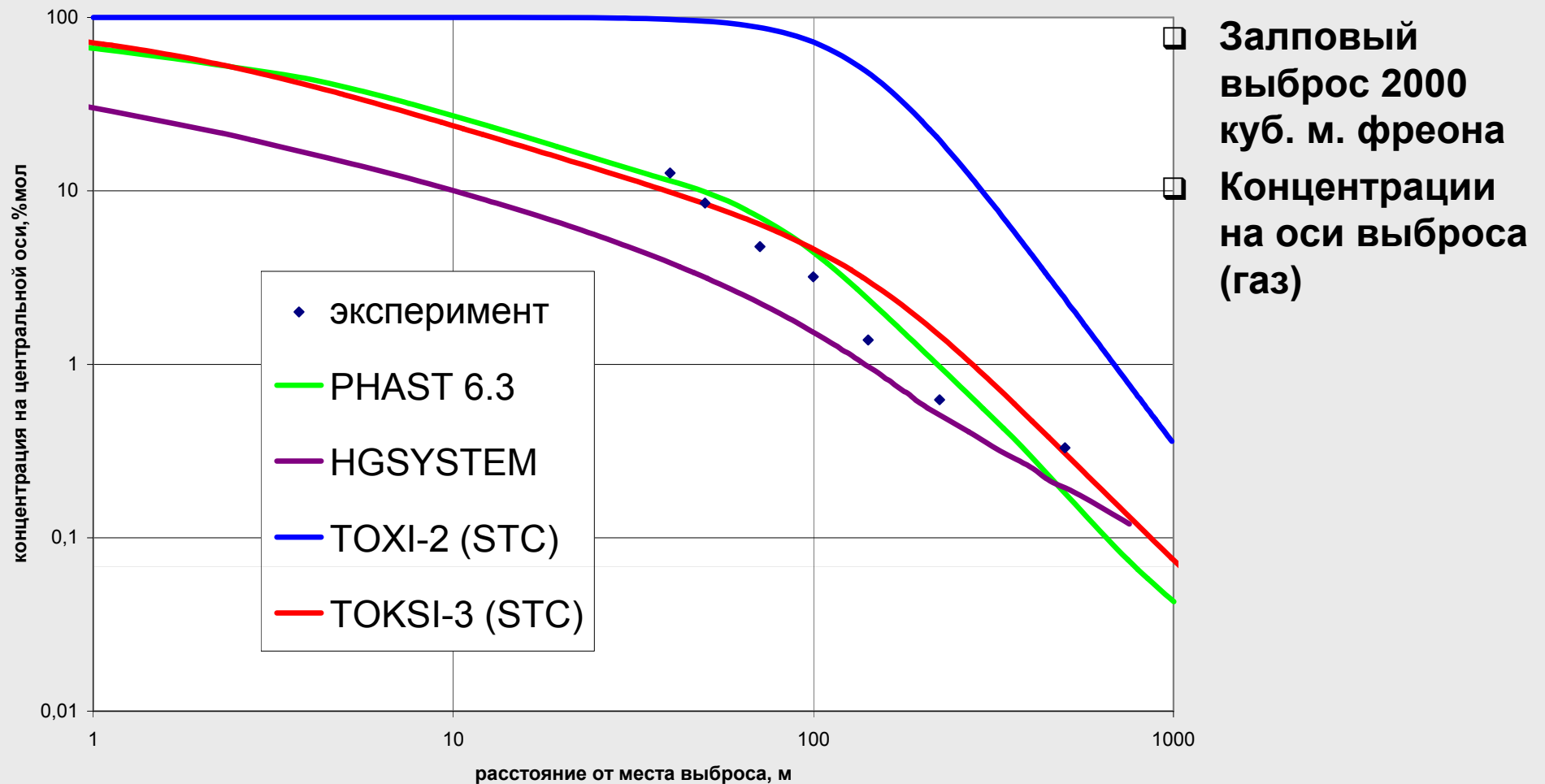
СПАСИБО за Ваше внимание

Анализ опасностей и оценка техногенного риска на

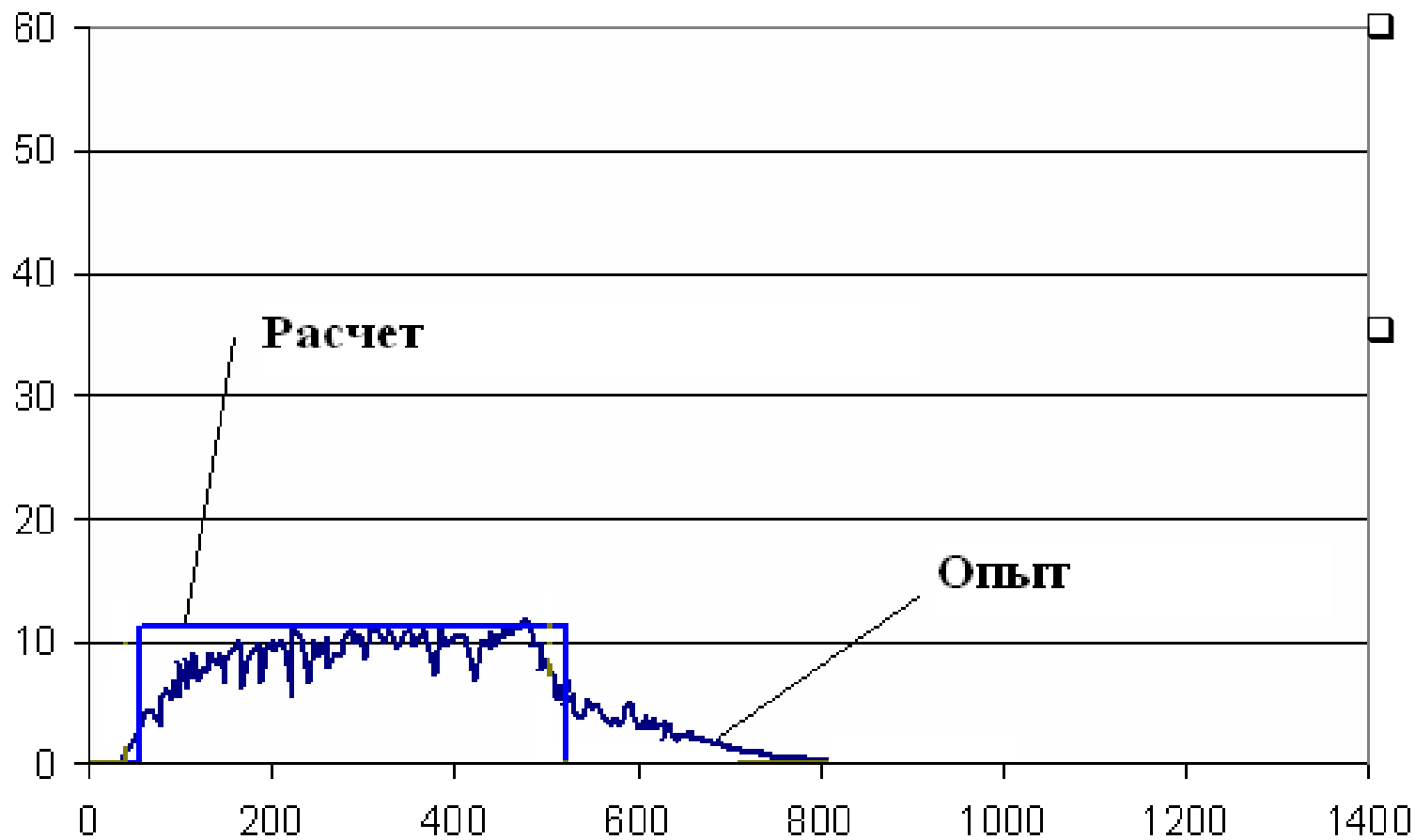
<http://safety.moy.su>

Разработка ТОКСИ-3 («НТЦ «Промышленная безопасность»)

017 Thorney Island



Разработка ТОКСИ-3 («НТЦ «Промышленная безопасность»)



□ Концентрация (об.%) в точке в зависимости от времени (с), 40 м от места выброса

□ Продолжительный выброс фреона (газ) с расходом 5 кг/с.

Типовые ошибки при расчете аварий на трубопроводах

- ❑ Не учитывается сжимаемость нефти → невозможность расчета распространения упругих волн и нестационарных переходных процессов.
- ❑ Не учитываются потери на трение на стенках трубопровода → получаются скорости движения нефти в трубопроводе более 10 м/с. Например, согласно [1] в трубопроводе появляются участки протяженностью **сотни км**, в которых нефть **движется со скоростью 11 м/с**.
- ❑ Не учитывается образование газовых полостей → невозможность корректного рассмотрения распространения упругих волн и нестационарных переходных процессов. Например, этот фактор не учтен в [1].
- ❑ Не учитывается многофазность потока → неверные расходы на месте разрыва, некорректный расчет режимов самотечного истечения.
- ❑ Не учитывается рельеф → неверные объемы стока и неучет возможности образования газовых полостей. Например, этот фактор не учтен в [1].
- ❑ Не учитываются особенности подводных участков.

[1] - Антипьев В.Н. и др. «Некоторые аспекты нестационарных процессов при гильотинном разрыве на магистральном нефтепроводе». // Проблемы анализа Риска, 2007. Т. 4. №3. С. 251-257.