

Методы и средства повышения безопасности технических систем и технологических процессов

СГАУ им. Н.И. Вавилова

Зав. Кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»

Юдаев Н.В.

Примеры крупных промышленных аварий



7 июня 2001 г., США, Норко

Крупнейший в мире пожар на резервуаре

Емкость- 51675 м³ (325 000 баррелей)

Copyright©2001 David White/Industrial Fire World

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



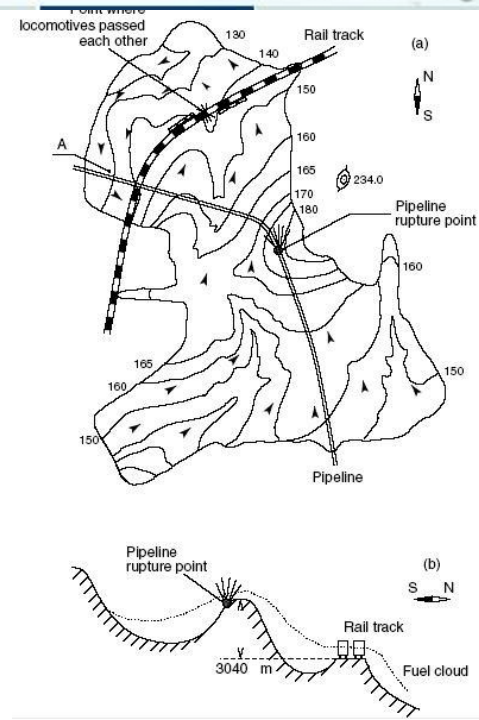
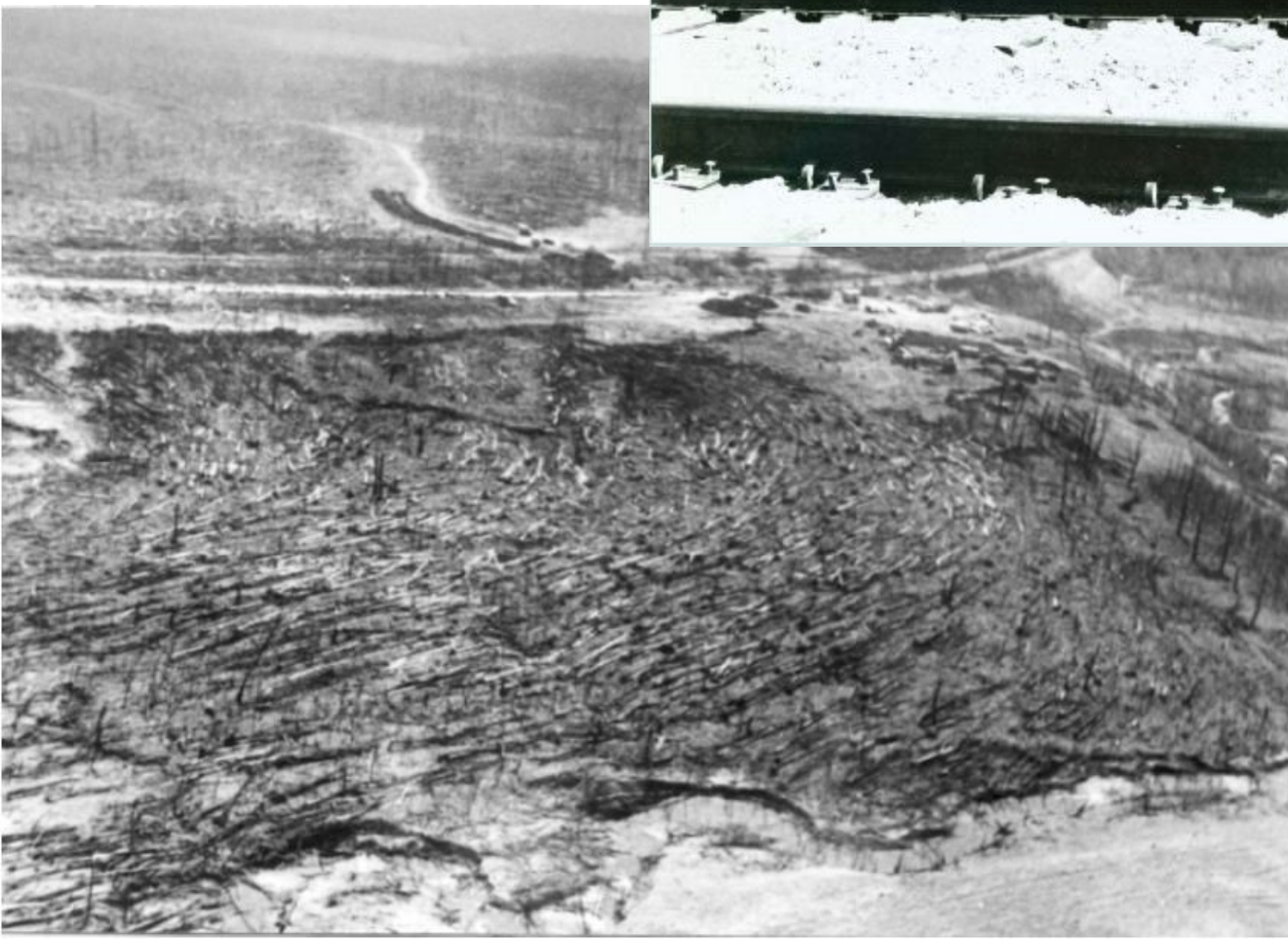
Примеры крупных промышленных аварий

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.**





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

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



22 августа 2009 г. Ханты-Мансийском АО авария на ЛПДС "Канда"



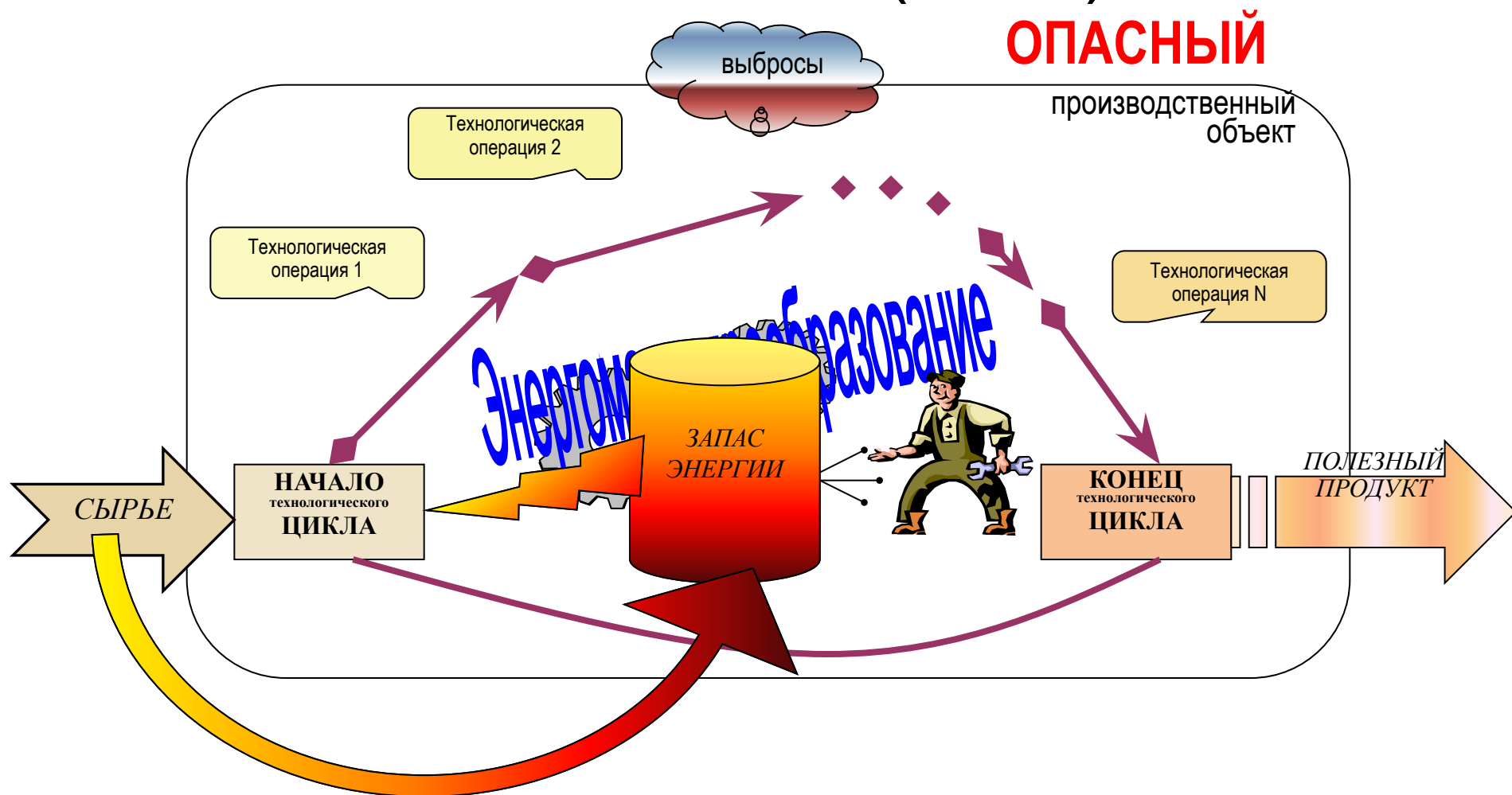
22 августа 2009 г. Ханты-Мансийском АО авария на ЛПДС "Канда"



Энерго-энтропийная концепция природы аварийности и травматизма:

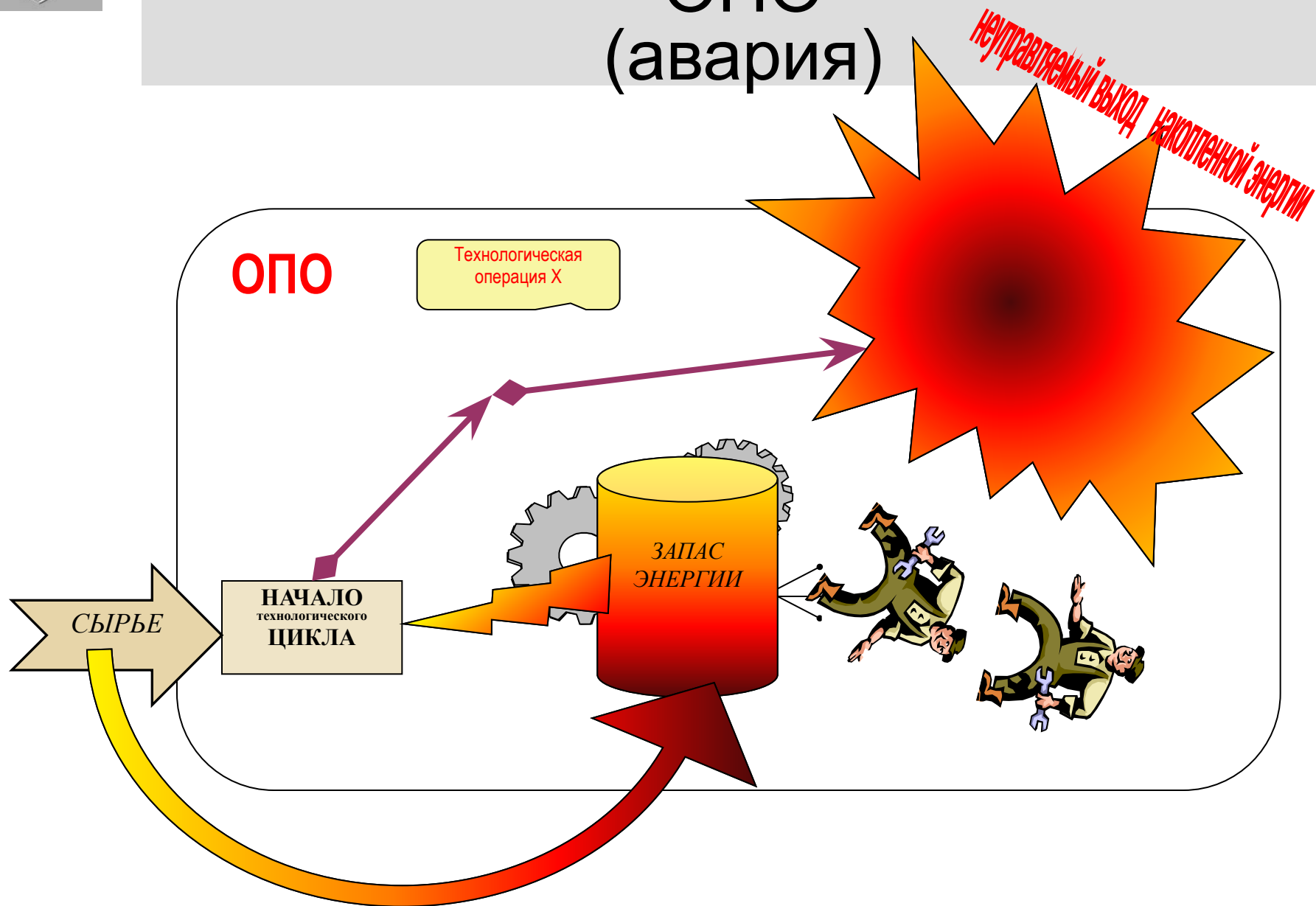
- **Производственная деятельность** связана с **энергопотреблением**
(выработка, хранение, преобразование различных видов энергии);
- **Уменьшение** энергетических потенциалов сопровождается совершением **работы**
- **Диссипация** - одно из основных свойств энергии: **энтропия** (мера хаоса) закрытой системы самопроизвольно **увеличивается**
(Второе начало термодинамики);
- **Неуправляемое** высвобождение накопленной энергии приводит к аварии
(«с точки зрения энергии» это направление более простое, чем совершение полезной «для человека» работы)

Штатное функционирование опасного производственного объекта(ОПО)



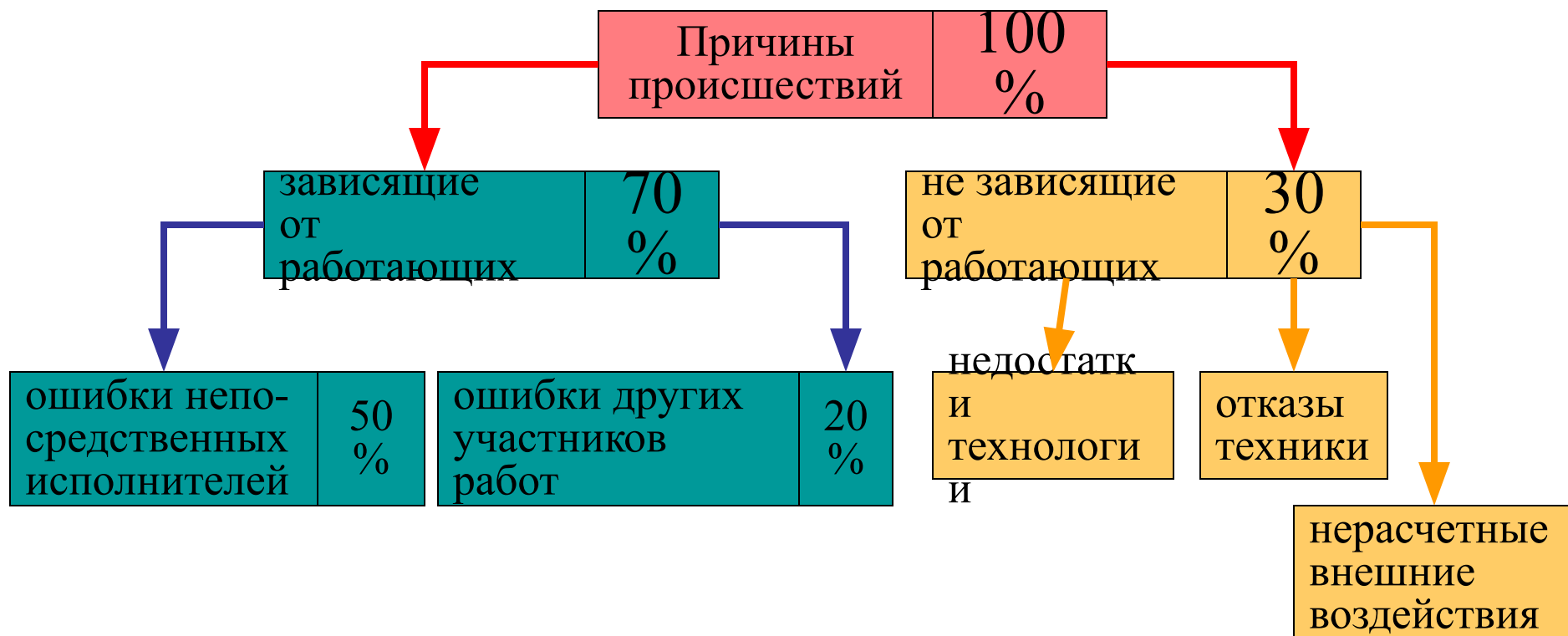


Нештатное функционирование ОПО (авария)



Основные причины и факторы аварийности и травматизма

- Ошибки человека
- Отказы техники
- Нерасчетные внешние воздействия



Оценка Риска аварии - определение ЧИСЛОВЫХ характеристик случайной величины ущерба Y от аварии

Случайная величина	Числовая характеристика СВ ущерба от аварии Y	Формальное описание	Традиционное название в риск-анализе
Дискретная СВ Людские потери при аварии N	Математическое ожидание N	$R_{\text{лс}} = M[N] = \sum_{i=1}^k n_i p_i$	Коллективный риск $R_{\text{кол}}$
Дискретные СВ Людские потери при аварии и число рискующих, N и U	Математическое ожидание частного N и U	$R_{\text{лс}} = M\left[\frac{N}{U}\right] = M[N] \cdot M\left[\frac{1}{U}\right] + K_{\text{нл/л}}$	Индивидуальный риск $R_{\text{инд}}$
Непрерывная СВ Материальные потери при аварии G	Математическое ожидание G	$R_g = M[G] = \int_0^{\infty} g f(g) dg$	Ожидаемый ущерб
	Мода G	Значение $G=g$, при котором $f(g) \rightarrow \max$	Наиболее вероятный ущерб
Смешанная СВ Людские и материальные потери при аварии N, G	Сумма математических ожиданий N и G	$R_{\Sigma} = H \cdot \sum_i n_i p_i + \int g F'(g) dg$ где H – стоимостная оценка человеческой жизни.	Полный ожидаемый вред/ущерб от аварии R_{Σ}

Методы анализа опасности и оценки риска

Методы количественной оценки риска

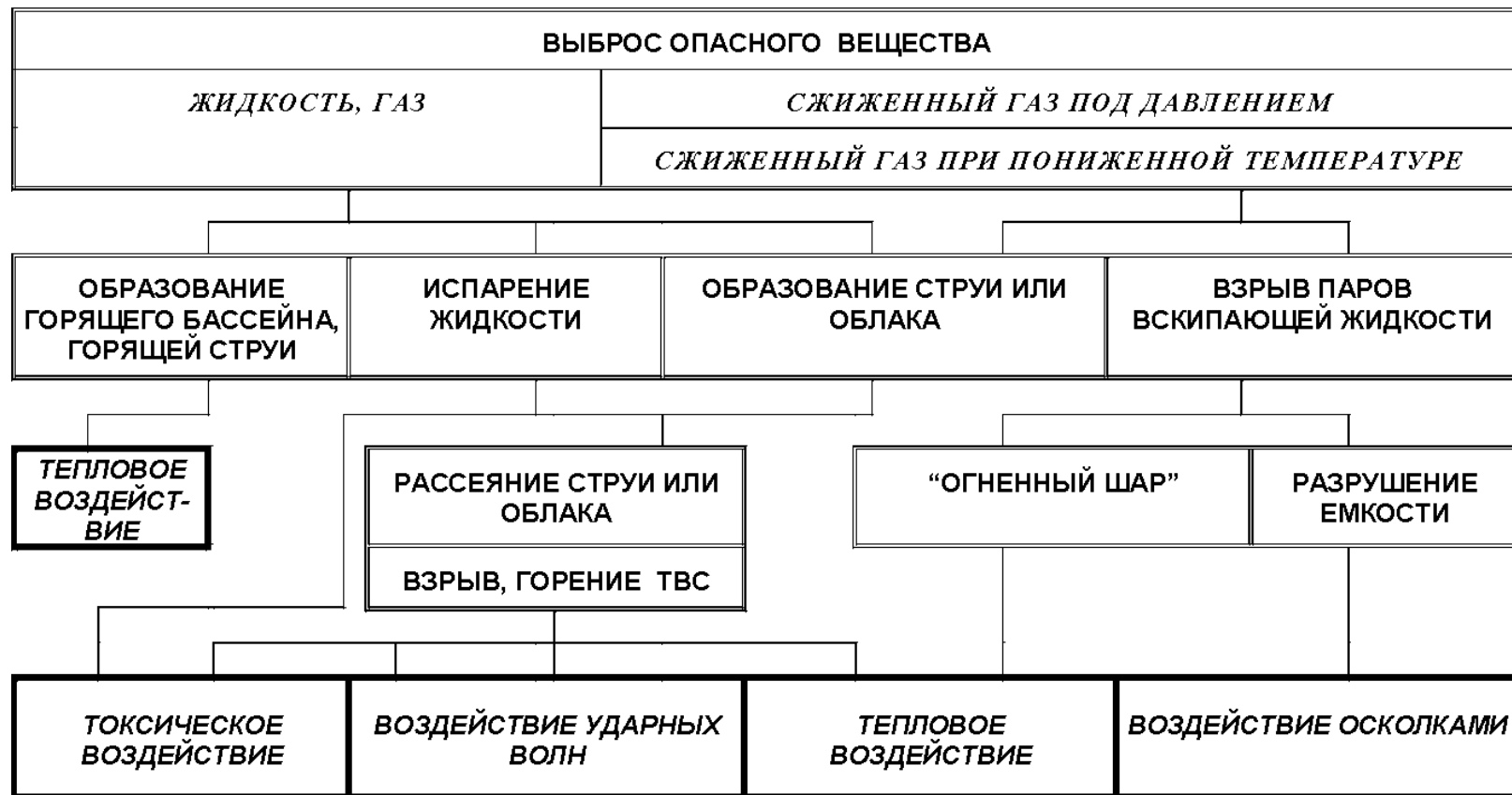
оценка вероятности аварии

- **Статистические** данные по аварийности и надежности
 - «**Дерево** отказа» (Fault Tree)
 - «**Дерево** событий» (Event Tree)
 - **Имитационное** моделирование

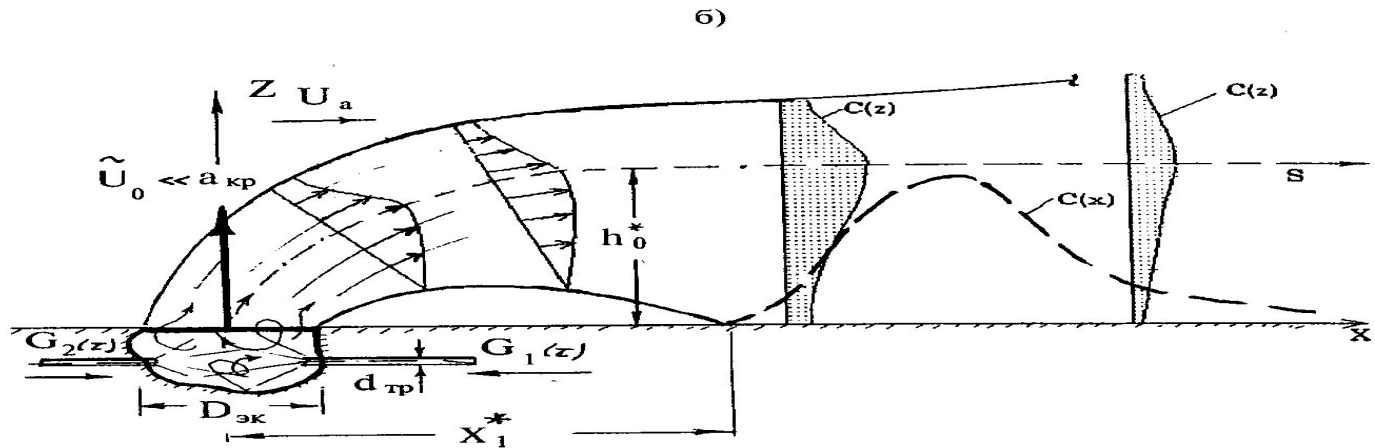
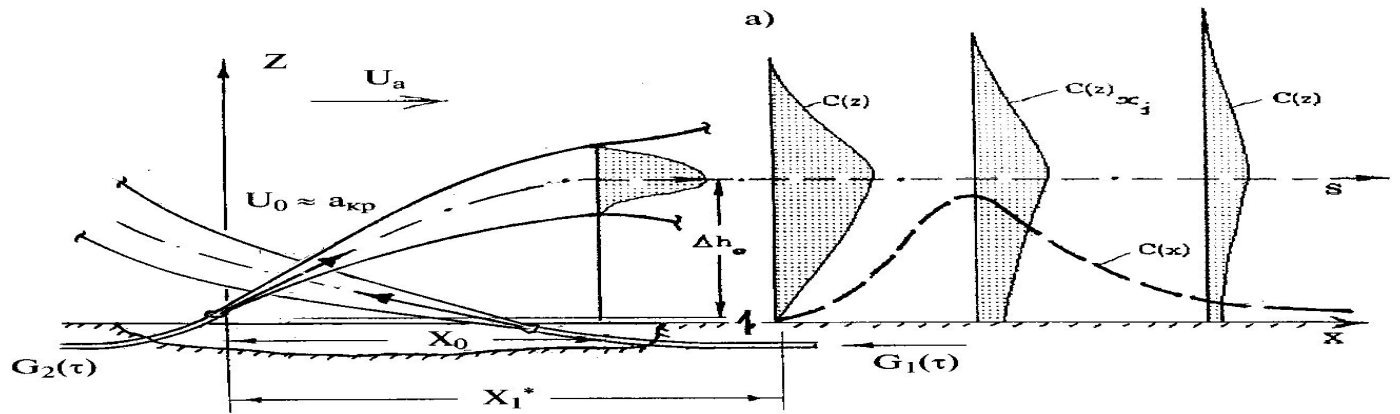
оценка последствий аварии

- «**Дерево** событий»
- **Моделирование** развития аварийных процессов совместно с критериями поражения
- **Модели** поражения («доза-эффект»)

Схема развития аварийных ситуаций с проявлением поражающих факторов



Варианты выброса газа при разрушении магистрального газопровода



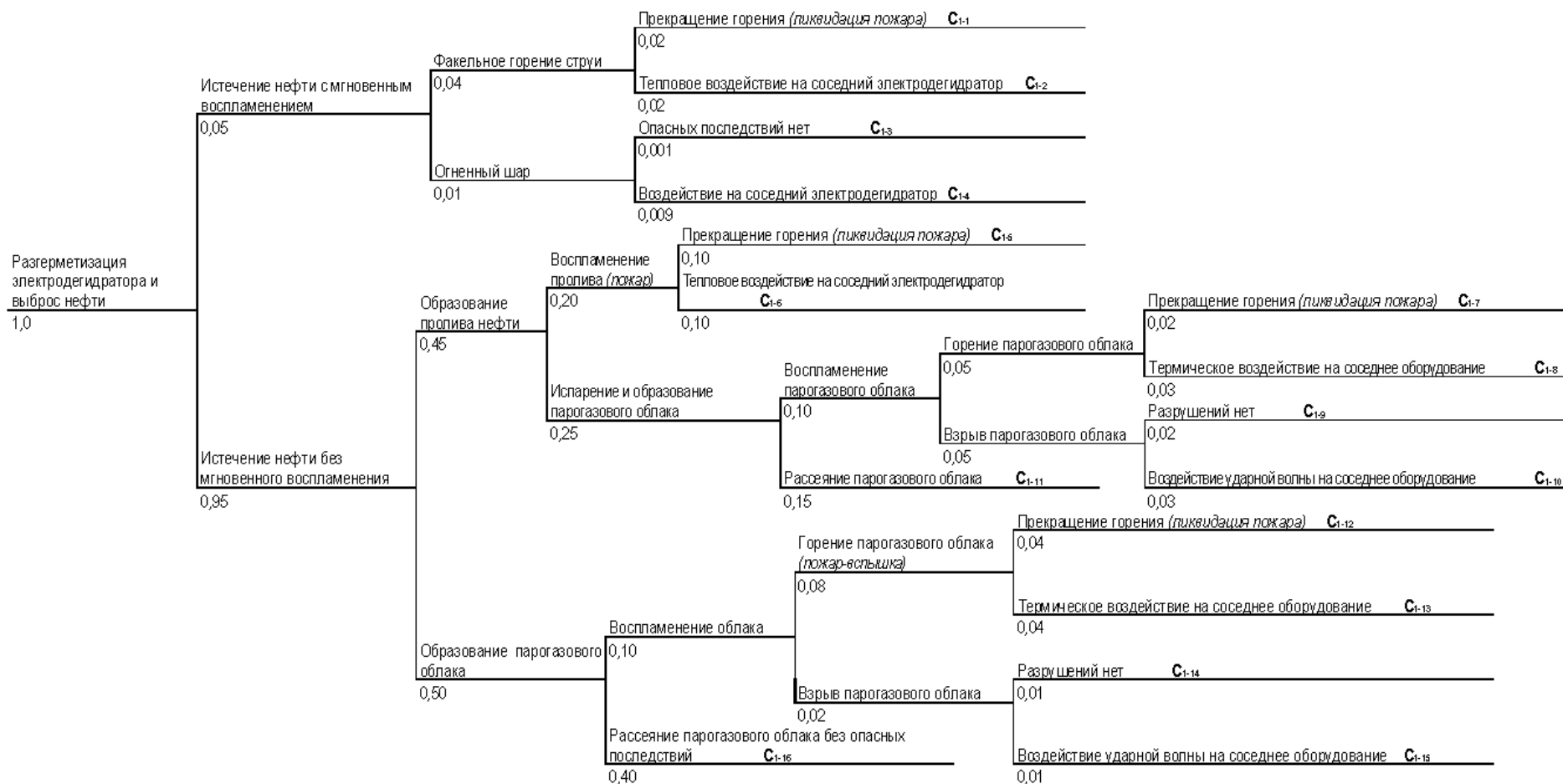
- а) в виде 2-х независимых струй из концов разрушенного трубопровода;
 б) в виде интегрального шлейфа из образовавшегося «котлована».

Анализ «дерева событий»

Event Tree Analysis – FTA

Установка АТ-6

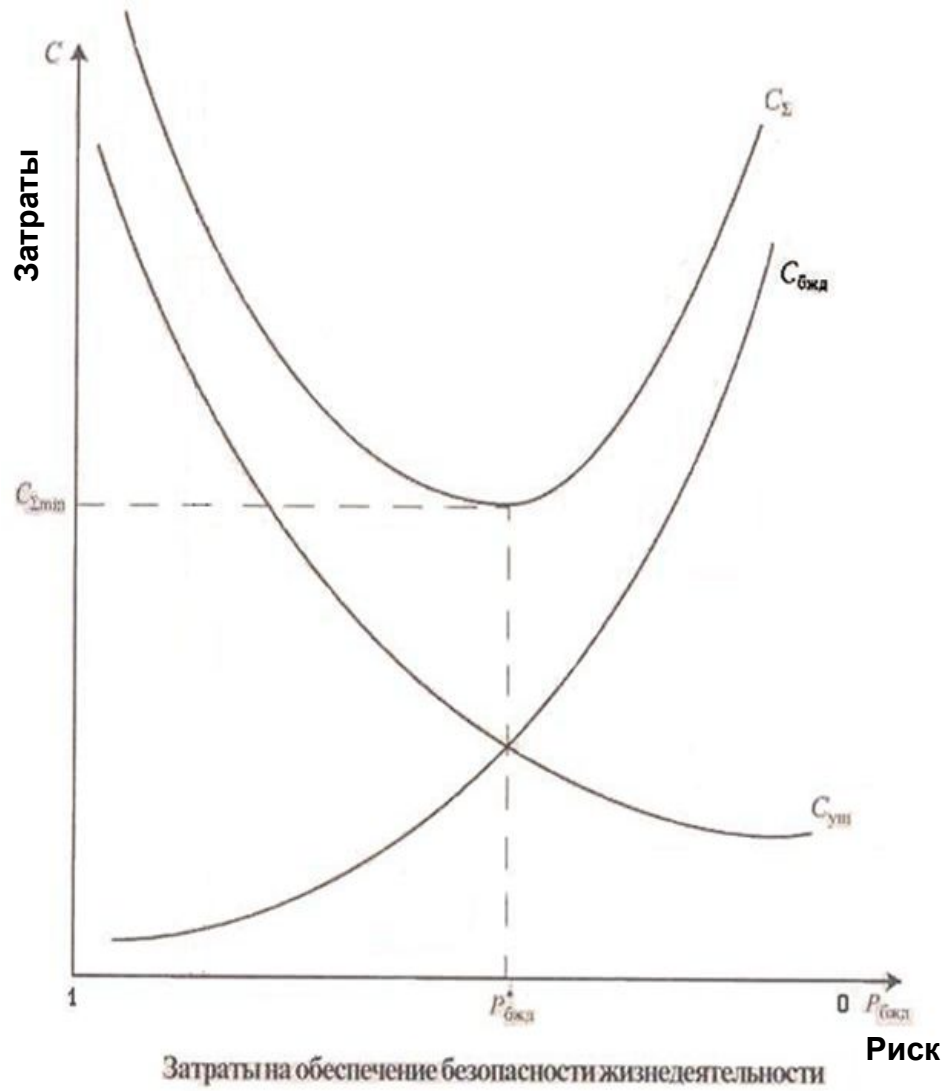
(разрушение электродегидратора, 26.6 т нефти, $T=55\div 85\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P=0,6\text{ МПа}$)



«риск-теория». некоторые **ВЫВОДЫ**

- 1. ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ** анализа техно-опасностей
выявление «слабых» мест для последующей
оптимизации мер безопасности, ресурсно
оправданное снижение риска аварийности и
травматизма (так как это отражено в РД 03-418-01, ГОСТ
Р 51901-2002, ISO 17776: 2000 и др.)
КРИТЕРИИ ПРИЕМЛЕМОСТИ для этой задачи **НЕ НУЖНЫ**.
- 2. Для прикладных инженерных задач по снижению**
риска на конкретном ОПО точечные КРИТЕРИИ
ПРИЕМЛЕМОСТИ опасности не пригодны (из-за
уникальности и редкости аварий).
Реальные меры безопасности подменяются виртуальным
и онаученным «управлением риском»

Оптимизация решения



[illegible]