

Научно-практическая конференция «Комплексная безопасность в промышленности, энергетике и строительстве», 10 февраля 2016г., Москва

Аналитическое прогнозирование рисков и обоснование сбалансированных мер упреждающего противодействия угрозам

*Председатель подкомитета информационной и промышленной
безопасности Торгово-промышленной палаты РФ
дтн, проф. Костогрызов А.И.*

www.mathmodels.net

Общее

Сегодня в действии Федеральные законы, правила безопасности, системообразующие стандарты – например, это **ISO 9001** (требования к системе менеджмента качества), **ISO/IEC 15288** (первый стандарт по системной инженерии, регламентирует процессы жизненного цикла систем),

стандарты **ISO серий:**

14000 (менеджмент безопасности окружающей среды),

18000 (менеджмент охраны труда), **20000** (сервис-менеджмент),

27000 (менеджмент информационной безопасности),

31000 (менеджмент риска) и др.

Всех их роднит требование системного управления рисками!

Риск - мера опасности с ее последствиями (по ФЗ «О техническом регулировании», ГОСТ Р ИСО/МЭК 15026-02, ГОСТ Р ИСО/МЭК 16085-07, ГОСТ РВ 51987-02)

Риск – эффект неопределенности в целях и задачах (по ISO 31000 – 2009)
Эффект – отклонение от ожидаемого – негативного или позитивного

Примеры источников угроз и осуществления опасных программных воздействий через компьютерное оборудование



Если погрузиться в существующие законодательные, нормативные и методические документы (в т.ч. международные),

Принятые в последние годы законы, ФНП, РД

№ 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» с изм. от 4.03.2013

№ 256-ФЗ (от 21.07.2011) «О безопасности объектов топливно-энергетического комплекса»

№123-ФЗ (от 02.07.2008) " Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»

№384-ФЗ (от 30.12.2009) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»

Технический регламент «О безопасности машин и оборудования (от 15.09.2009)

ФНП «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности (2013, вместо ПБ 08-624-03)

ФНП «Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств» (2013, вместо ПБ 03-540-03)

ФНП «Общие требования к обоснованию безопасности опасного производственного объекта» (утв. пр. Ростехнадзором от 15.07.2013 № 306)

РД 03-418-2001 «Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов»

и др.

Некоторые стандарты и руководящие документы

В части использования вероятностных основ

ГОСТ Р 50779 (ИСО 3534) Вероятность и основы статистики

ГОСТ Р 51897- Менеджмент риска. Термины и определения и др.

В части надежности

ГОСТ Р 51901-2002 «Управление надежностью. Анализ риска технологических систем»

ГОСТ Р 27.001-96 (системообразующий стандарт), ГОСТ 27.003-90 (состав и общие правила задания требований по надежности), ГОСТ Р 27.101-96 (системы обеспечения надежности), ГОСТ 15.206-84 (ПОН),

ГОСТ 27.201-96 (основные положения по расчету надежности), ГОСТ 27.310-96 (анализ видов, последствий и критичности отказов), ГОСТ Р 27.302-96 (анализ возможных причин и последствий отказов), ГОСТ 27.410-87, РД 50-476-84 (основные положения испытаний на надежность)

РД 50.556-88 (расчеты безотказности восстанавливаемых изделий), РД 50-423-83, РД 50-480-84 (расчеты долговечности изделий), МР 252-87 (расчет ремонтпригодности), РД в 50-503-84 (расчет СИП), РД 50-690-90 (оценка показателей надежности по экспериментальным данным), РД 50-706-91 (контроль надежности изделий по параметрам технологического процесса их изготовления) и др.

Развития

ГОСТ Р 51901.11-2005 (МЭК 61892:2001) Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство

ГОСТ Р ИСО 17776-2010 Нефтяная и газовая промышленность. Морские добычные установки. Способы и методы идентификации опасностей и оценки риска. Основные положения

Методическое руководство по оценке степени риска аварий на магистральных нефтепроводах и нефтепродуктопроводах (РД-13.020.00-КТН-148-11)

Руководство по безопасности «Методические основы по проведению анализа опасностей и оценки риска аварий на опасных производственных объектах»-2014
Федеральные нормы и правила ПБ «Методика установления допустимых уровней рисков аварий на опасных производственных объектах нефтегазового комплекса»-2014 и др.

то может создаться иллюзорное впечатление, что вероятностная суть рисков понимается всеми правильно и непротиворечиво (?), принятые документы гармонизированы (?), методы унифицированы (?) а результаты интерпретируются одинаково (?)...

**Какие теоретические
заблуждения имеют место?**

О ДЕТАЛЯХ ПРАВИЛЬНОГО И НЕПРОТИВОРЕЧИВОГО ПОНИМАНИЯ - «ДО»

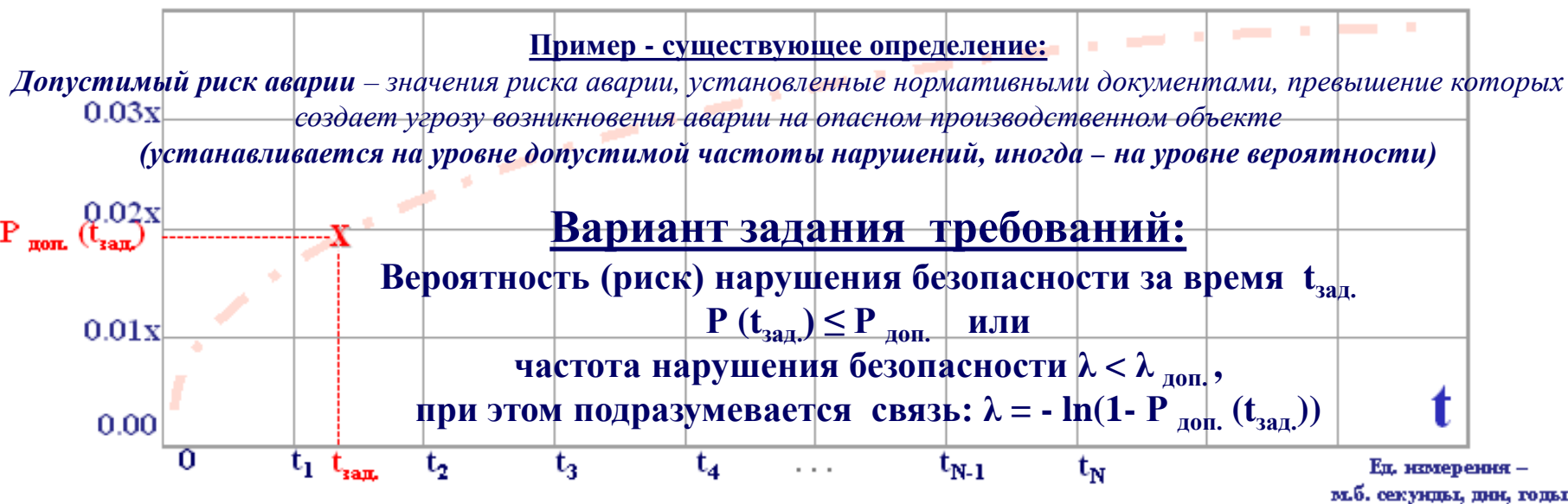
Чуть-чуть из 1-й лекции по Теории вероятностей

Чтобы эффективно управлять, надо уметь количественно прогнозировать риски и обосновывать действенные меры в режиме упреждения. Это возможно - лишь зная функциональную зависимость будущего от времени и основных параметров.

В теории вероятностей это – функция распределения (ФР)



Как задается (по документам)?



Пример показателей Риска

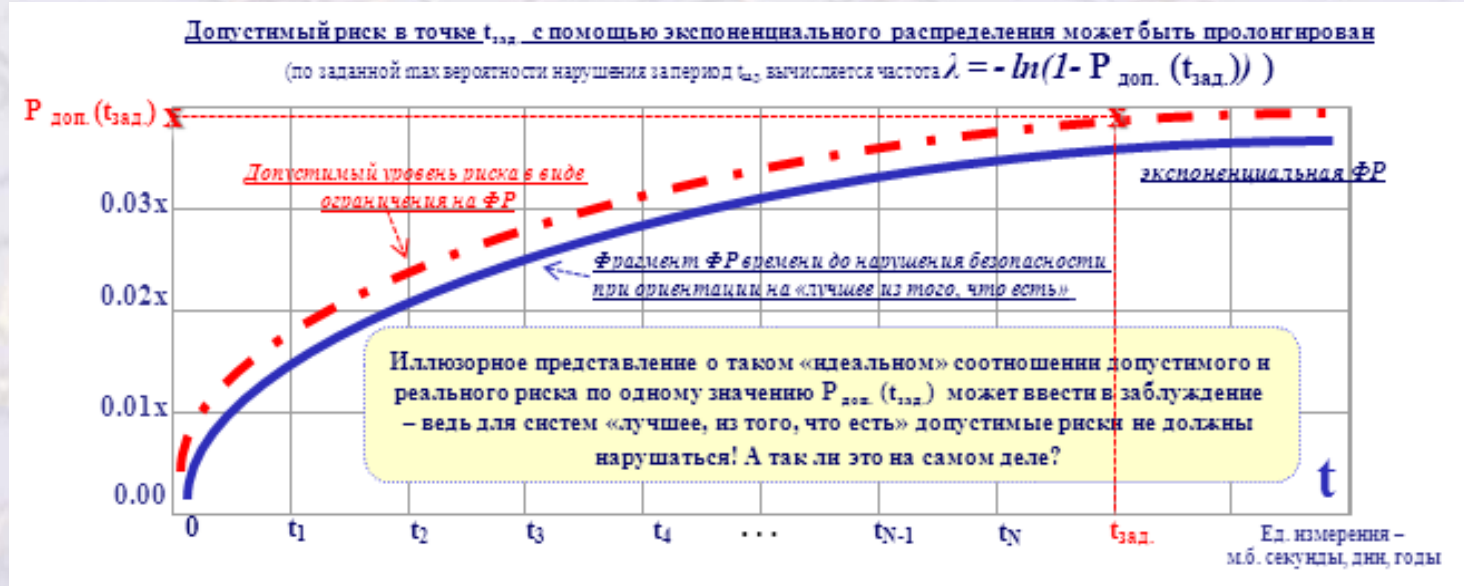
(по РБ «Методика анализа риска аварий на сухопутных объектах нефтегазодобычи и промышленных трубопроводах»)

Показатели риска аварии на промышленных трубопроводах			
№ п/п	Условное обозначение	Наименование	Единица измерения
1.	$\Lambda_{ПТ}$	Интенсивность аварий на ПТ	год ⁻¹
2.	Λ_{1000}	Удельная интенсивность аварий	1/(1000 км·год)
3.	M_A	Средняя масса утечек при аварии	т
4.	\overline{m}_A	Средняя масса потерь опасных веществ при аварии	т
5.	R_m	Ожидаемая масса потерь опасных веществ при аварии	т/год
6.	R_{m1000}	Удельные ожидаемые потери опасных веществ при аварии	т/(1000 км·год)
7.	\overline{Y}_A	Средний размер ущерба от аварии, в том числе:	тыс. руб.
8.	$Y_{\text{эко}}$	а) средний размер платы за загрязнение окружающей среды при аварии	тыс. руб.
9.	$Y_{\text{зм}}$	б) средние потери при аварии в денежном выражении	тыс. руб.
10.	R_Y	Ожидаемый ущерб от аварий на промышленных трубопроводах	тыс. руб./год
11.	R_{Y1000}	Удельный ожидаемый ущерб от аварии	млн руб./(1000 км·год)

Подразумеваемое формальное представление

(экспоненциальное – для ФР времени наработки на нарушение целостности)

Подобные упрощенные представления - это начальные подходы 30-летней давности!



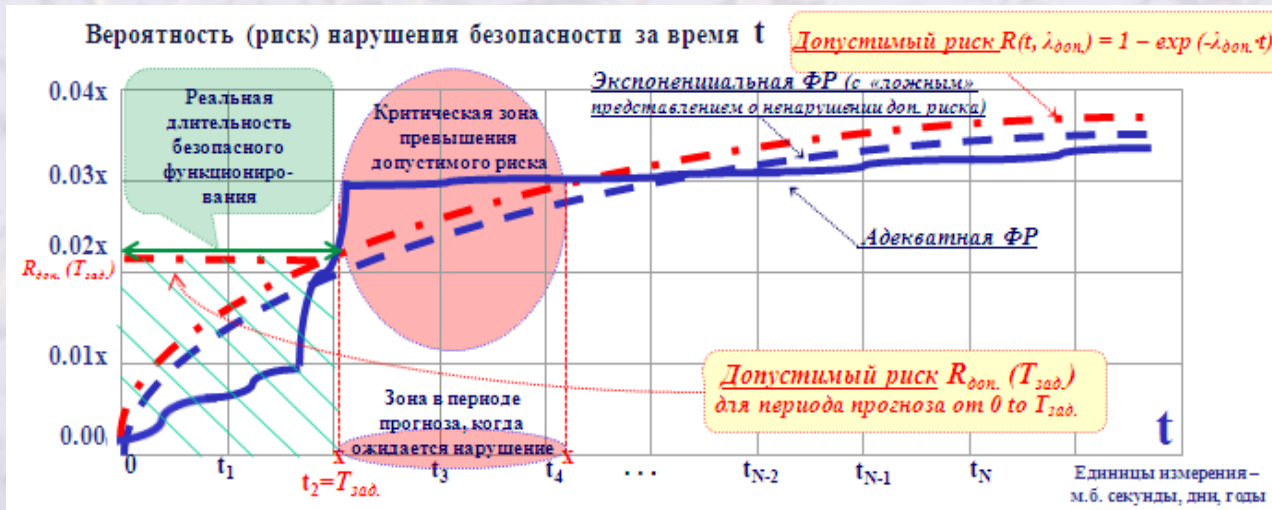
Заблуждения приводят к ошибкам (но к каким?)

ОШИБКИ – МНОГОКРАТНЫЕ !

Пример 1:

- разница во времени до требуемой реакции – в 4 раза;
- в ошибке роста риска – в 3.5 раза;
- в риске за заданный период прогноза -28%.

А могут быть ошибки в тысячи, десятки тысяч процентов!!!



Пример 2:
ошибки в определении пределов реальной длительности безопасного функционирования – могут быть сотни процентов!

Вывод: при существующем подходе аргументы для выработки упреждающих мер эффективного управления – отсутствуют или ошибочны!

В каком состоянии опросы анализа комплексной безопасности для важных объектов и систем?

Безопасность – 1) состояние защищённости жизненно важных интересов личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз (по ФЗ «О безопасности», ГОСТ Р 22.0.02); 2) отсутствие недопустимого риска (по ГОСТ Р 51898-2002, ГОСТ 1.1-2002); 3) состояние защищённости прав граждан, природных объектов, окружающей среды и материальных ценностей от последствий несчастных случаев, аварий и катастроф на промышленных объектах (ГОСТ Р 12.3.047)

Комплексная безопасность – безопасность важных объектов и систем в условиях разнородных угроз промышленной, энергетической, пожарной, информационной, экологической, транспортной, антитеррористической безопасности, безопасности зданий и сооружений, ядерной и радиационной безопасности и др. критичных видов безопасности

ВЫВОДЫ по результатам анализа



1. Для приложений, в которых уже были многочисленные факты трагедий с гибелью людей - в сфере промышленной, пожарной, радиационной, ядерной, авиационной безопасности - требования к допустимым рискам выражаются количественно на вероятностном уровне и на уровне необходимых требований к исходным материалам, используемым ресурсам, технологиям, начальным состояниям, условиям эксплуатации



2. Для иных приложений - в сфере химической, биологической, транспортной, экологической безопасности, безопасности зданий и сооружений, информационной безопасности, в т.ч. в условиях террористических угроз – требования к допустимым рискам задаются преимущественно на качественном уровне в форме требований к выполнению конкретных условий.
Это означает невозможность корректного решения обратных задач управления безопасностью исходя из задаваемого уровня допустимого риска

ВЫВОДЫ по результатам анализа (продолжение)

3. Во всех случаях эффективное управление рисками для любого рода систем при штатных начальных состояниях возможно и целесообразно на основе:

а) использования исходных ресурсов и защитных технологий с более лучшими характеристиками с точки зрения безопасности, в т.ч. для восстановления целостности;

б) рационального применения адекватной системы ситуационного анализа потенциально опасных событий, эффективных способов контроля и мониторинга состояний и оперативного восстановления целостности;

в) рационального применения мер противодействия рискам



4. **Существующие модели** для анализа рисков в приложении к природным и техногенным ситуациям **неидентичны** (поэтому понятие *допустимых рисков* логически не сравнимо), **они не позволяют решать обратные задачи** обоснования требований к системам сбора и анализа информации, параметрам контроля и мониторинга и мер противодействия при ограничениях на выделяемые средства и допустимые риски.

А это не позволяет утверждать об эффективности упреждающего решения проблем безопасности!

В какой ситуации предприятия?

Природные и техногенные угрозы неизбежны



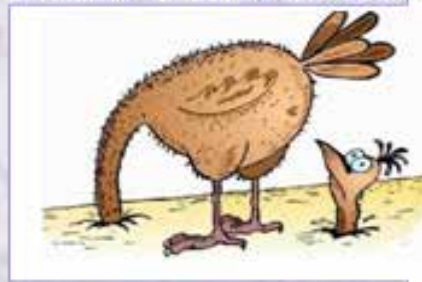
Требования безопасности объективны



Методы анализа рисков не направлены на эффективное упреждение! (за некоторыми исключениями)



В итоге интерес предприятия сводится к получению «галочки»



Остаточные риски неминуемы, несмотря на контроль



Используемые методы специфичны, результаты несравнимы. В общем случае для различных угроз задачи количественного обоснования системных требований при ограничениях на ресурсы и допустимые риски – не решаются!

*Но при реализации рисков ответственность на предприятиях. **В проигрыше - все!***

Уровни зрелости

Пора взрослеть - переходить на уровни количественной управляемости и оптимизируемости!

5. Оптимизируемости
(управления процессами через количественные оценки)

4. Количественной управляемости
(совершенствования процессов и технологий, предотвращения нарушений)

С таким подходом мы – на 2-3 уровне!

3. Определенности
(выявления дефектов, координации совместной работы, проектирования и управления, обучения персонала, создания моделей)

2. Контролируемости
(управления конфигурацией, контроля качества, управления контрактами, контроль хода выполнения проектов, управления требованиями)

1. Начальный
(хаос)



**Что предлагается для
аналитического прогнозирования
рисков и обоснования
сбалансированных мер
упреждающего противодействия
угрозам?**

Главное – исходить не от того, «Что умеем?» или «Что на Западе?», а от того, «Что нужно?» с выходом на закономерности

(пример – наша школа надежности)

1. Начать с определений

Существующее определение:

Допустимый риск аварии – значения риска аварии, **установленные нормативными документами, превышение которых создает угрозу** возникновения аварии на опасном производственном объекте **(устанавливается на уровне допустимой частоты нарушений, иногда – на уровне вероятности)**

Предлагаемое определение:

Допустимый риск аварии – научно обоснованное значение системного риска аварии (*интегрального*), с которым при ведении бизнеса согласились все ответственные стороны, заинтересованные и вовлеченные в создание и эксплуатацию (от государства, владельцев и работников предприятия) и которое используется для выработки и обоснования для объекта эффективных упреждающих мер безопасности.

При этом эффективность упреждающих мер безопасности заключается в том, что их комплексное применение способствует непревышению допустимого риска аварии (что может быть доказано путем математического моделирования или достаточной статистикой)

2. Использовать основы системной инженерии, в т.ч. декомпозицию сложных систем

3. Ориентироваться на научно обоснованное вероятностное прогнозирование, сбор, накопление и обработку статистики

4. При обосновании применять «прецедентный принцип», в т.ч. из соседних областей приложений

Системная инженерия

– это избирательное приложение научно-технических усилий по:

преобразованию функциональных потребностей в описание системной конфигурации, которая наилучшим образом удовлетворяет этим потребностям по показателям эффективности;

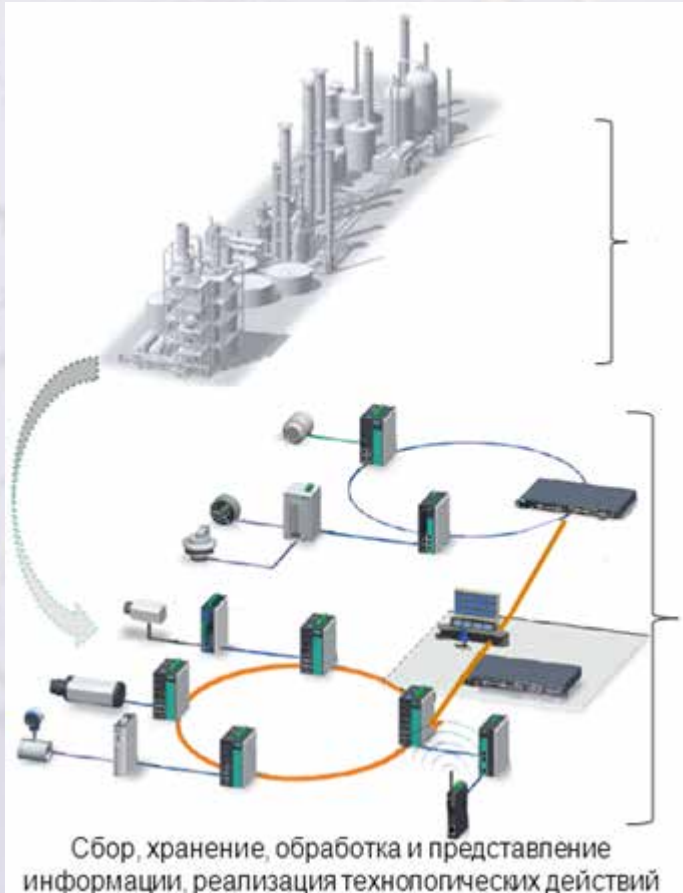
объединению связанных технических параметров и обеспечению совместимости всех физических, функциональных и программно-технических интерфейсов способом, оптимизирующим в целом определение и проектирование всей системы;

объединению возможностей всех инженерных дисциплин и специальностей в единое системотехническое достижение

Абстрактное представление рассматриваемой системы



Декомпозиция сложной системы до элементов для решения проблем методами системной инженерии



Объективные потребности в оценках в жизненном цикле систем



Периоды «до» и «после» нарушения безопасности – на временной оси

Для упреждающего управления - прогнозируем риски здесь!

Парированные воздействия

Непредотвращенное критичное воздействие



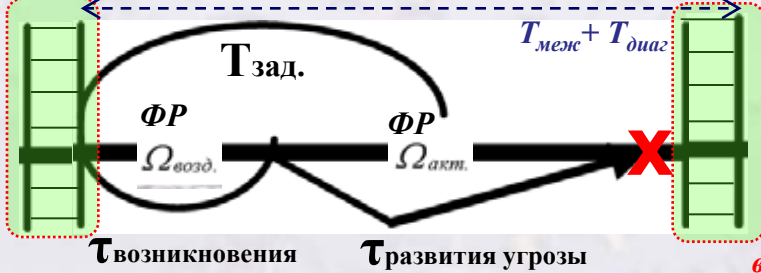
БАЗОВЫЕ ВЕРОЯТНОСТНЫЕ МОДЕЛИ ОПАСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Базовая модель 1 (периодический контроль состояния целостности)

для варианта 1 - $T_{зад} < T_{меж} + T_{диаг}$

$$P_{возд.(1)}(T_{зад.}) = 1 - \Omega_{возд.} * \Omega_{акт.}(T_{зад.})$$

Пример события «отсутствие нарушения целостности» в течение периода прогноза $T_{зад.}$



Периодическая диагностика с восстановлением целостности при ее нарушении

Что брать в качестве $T_{диаг.}$, если времена диагностики и восстановления различны?

Риск нарушения целостности $R = \Omega_{возд.} * \Omega_{акт.}(T_{зад.})$

Пример события «нарушение целостности» в течение периода прогноза $T_{зад.}$

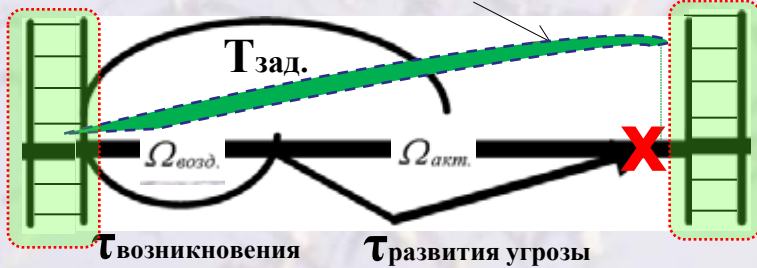


$$R = P(\tau_{возни.} + \tau_{развития угрозы} \leq T_{зад.})$$

Базовая модель 2 (+ мониторинг между контролями):

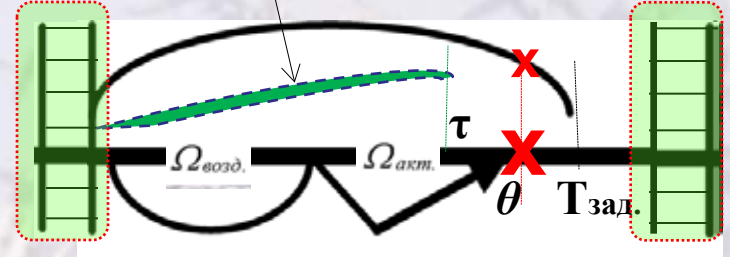
$$P_{возд.(1)}(T_{зад.}) = 1 - \int_0^{T_{зад.}} dA(\tau) \int_{\tau}^{T_{зад.}} d\Omega_{возд.} * \Omega_{акт.}(\theta)$$

Пример наработки на ошибку при мониторинге, ФР $A(\tau)$

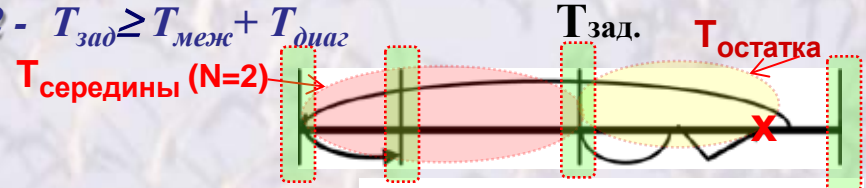
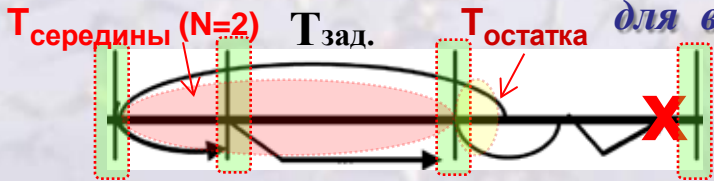


Риск $R = \int_0^{T_{зад.}} dA(\tau) \int_{\tau}^{T_{зад.}} d\Omega_{возд.} * \Omega_{акт.}(\theta)$

Наработка на ошибку меньше периода прогноза и времени до нарушения целостности



для варианта 2 - $T_{зад} \geq T_{меж} + T_{диаг}$



$$P_{возд} = P_{серед} \cdot P_{кон}, \quad P_{серед} = P_{возд(1)}^N(\dots, T_{меж} + T_{диаг}), \quad P_{кон} = P_{возд(1)}(\dots, T_{ост})$$

$$R = 1 - P_{возд}$$

$N = [T_{зад.} / (T_{меж.} + T_{диаг.})]$ - целая часть

АЛГОРИТМ ГЕНЕРАЦИИ НОВЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ СЛОЖНЫХ СТРУКТУР С НЕОГРАНИЧЕННЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ЭЛЕМЕНТОВ

Комплексирование функций распределения для сложных архитектур (при расчетах время t пробегает все значения от 0 до ∞)

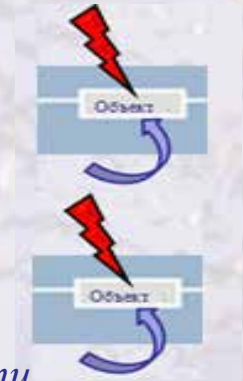
Последовательное
объединение -
«И» 1-я «И» 2-я подсистемы

$$\text{Риск } R(t) = 1 - [1 - R_1(t)][1 - R_2(t)]$$



Параллельное
объединение - «ИЛИ»

$$\text{Риск } R(t) = R_1(t)R_2(t)$$



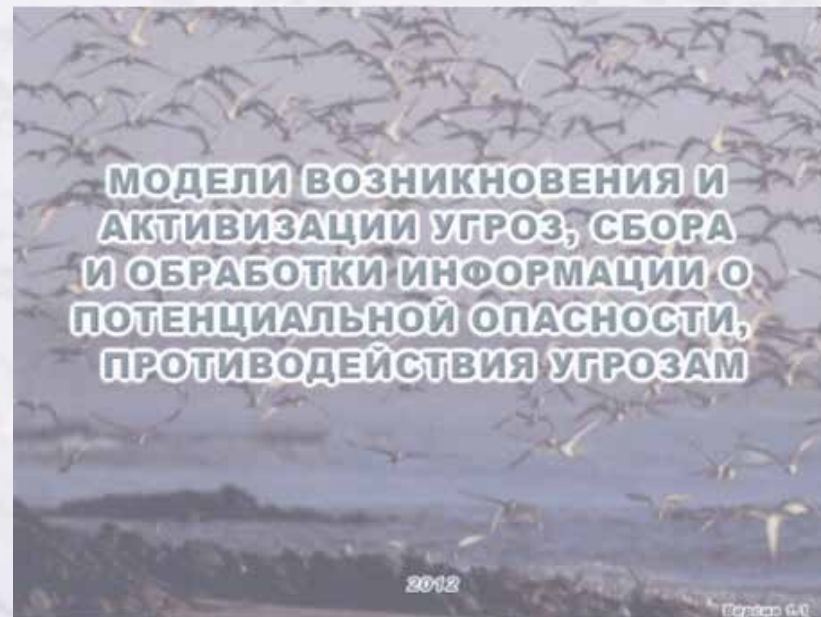
Здесь $R_1(t)$, $R_2(t)$ – функции распределения времени до нарушения целостности

В итоге – для задаваемой сложной структуры со многими разнородными элементами и угрозами за секунды становится возможным генерация новых моделей с прогнозом на уровне функции распределения!

Т.е. для каждого периода прогноза $T_{\text{зад}}$ – на уровне ФР станет известна вероятность нарушения безопасности. Если определить допустимый уровень риска, появляются возможности управления на основе решения обратных задач!



Моделирующие комплексы



ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

- 1 Оценка качества процессов представления информации
- 2 Оценка качества используемой информации
- 3 Прогноз безопасности функционирования элемента
- 4 Оценка рисков

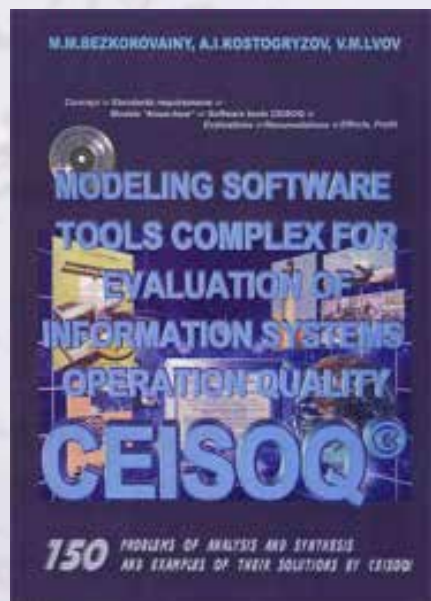
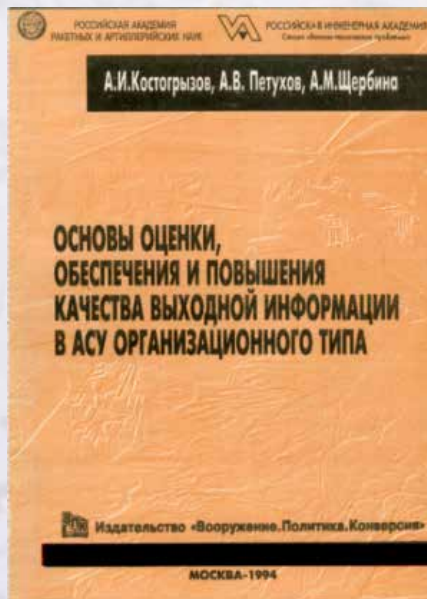
КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ПРОЦЕССОВ

- 5 Прогноз комплексного качества
- 6 Прогноз комплексной безопасности
- 7 Прогноз рисков в непрерывном производстве



Теоретические основы – 1993-2003гг.

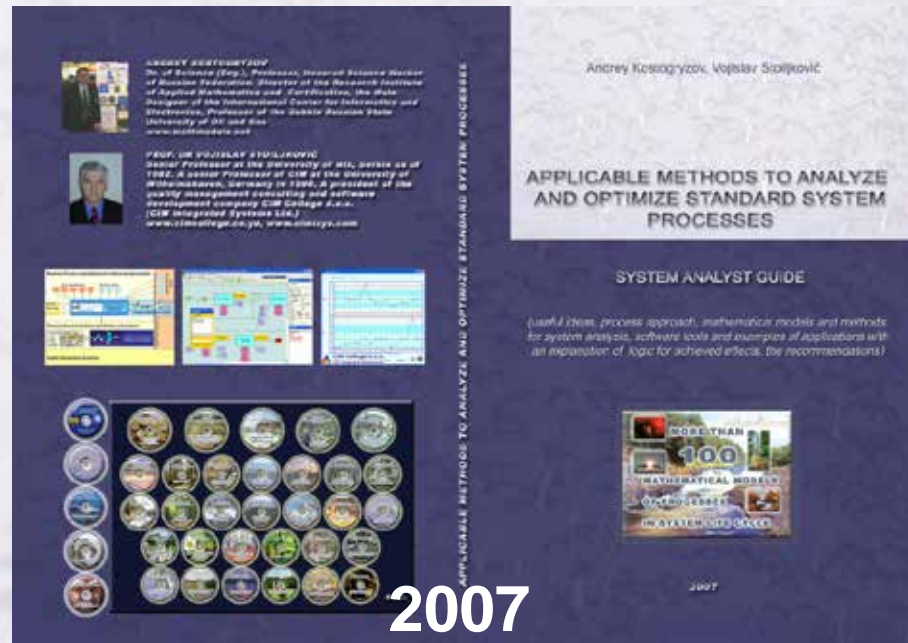
(150 решенных задач анализа и синтеза для различных АСУ)



Монографии 2005-2010



2005



2007



2008



2010

Монографии 2012-2015



2012



2013



2014



2015



Некоторые свидетельства, дипломы, грамоты



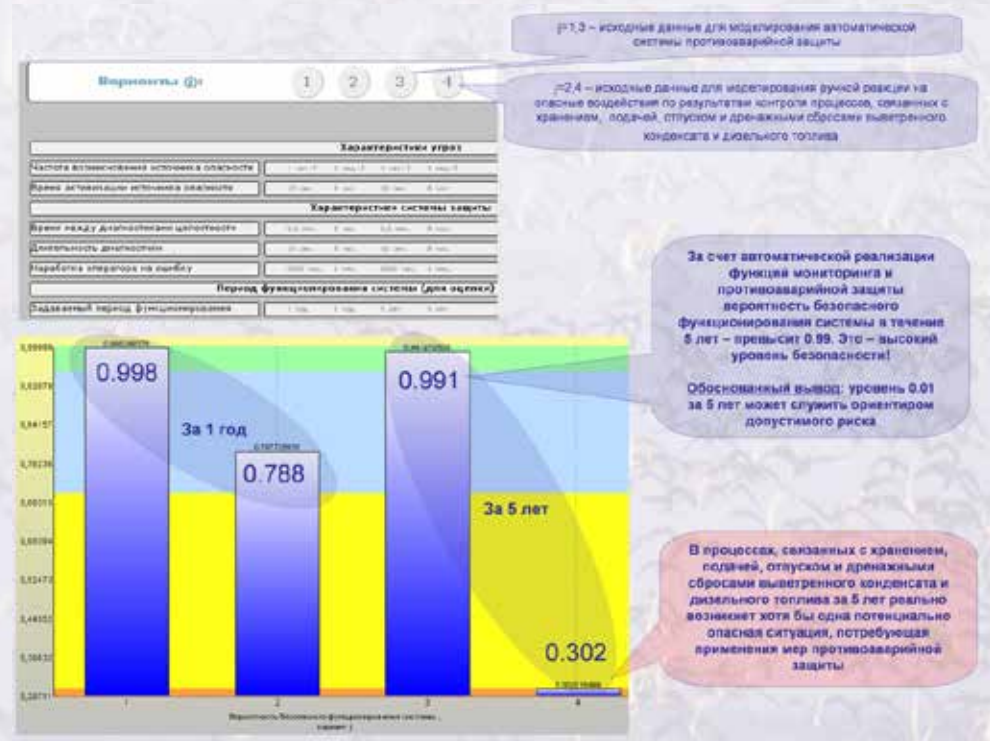
**Некоторые примеры,
накопленный опыт**

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ МОНИТОРИНГА

Пример 1. Требуется спрогнозировать степень защищенности предприятия в течение года ($j=1,2$) и 5 лет ($j=3,4$) и сравнить эффективность автоматической противоаварийной защиты ($j=1,3$) и ручной реакции на опасные воздействия по результатам контроля типовых процессов ($j=2,4$)

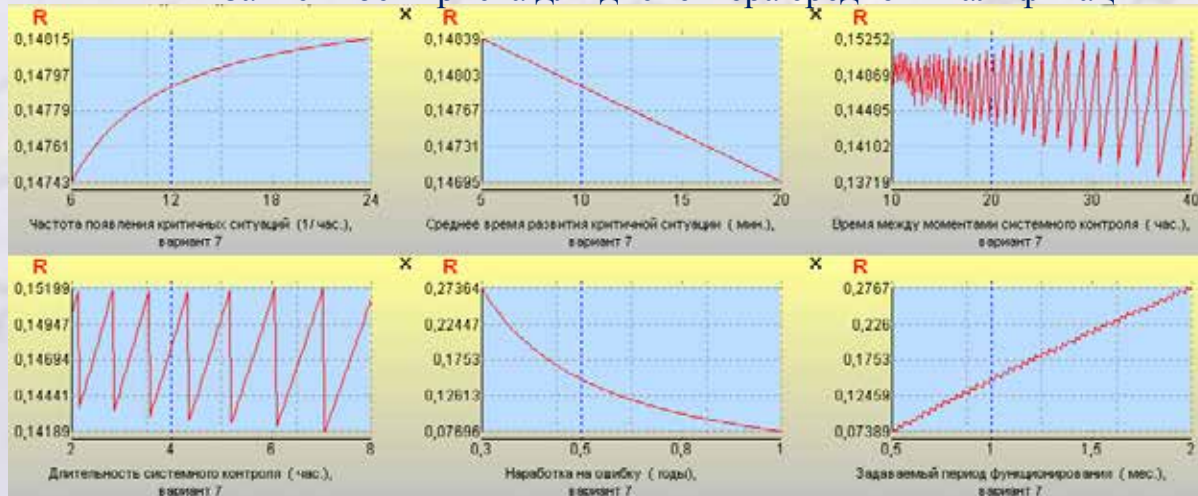
Выявленная закономерность

За счет автоматической реализации функций мониторинга вероятность безопасного функционирования системы в течение года составит 0.998, а в течение 5 лет – превысит 0.99



АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДИСПЕТЧИРОВАНИЯ (пример 2)

Зависимости риска для диспетчера средней квалификации



Вывод по результатам моделирования

Привлечение в качестве диспетчера специалиста средней квалификации допустимо как исключение и лишь в течение несколько недель.

Рекомендуется целенаправленное укрепление диспетчерской службы только высококвалифицированными специалистами, характеризующимися наработкой на ошибку ≥ 1 год

Пример 3. Анализ нарушений для высококвалифицированных специалистов

Если сравнивать с изначальной частотой инцидентов (1 раз в месяц), частота возможных нарушений с ущербом становится меньше в 6000 раз!

Если сравнивать с экспоненциальной аппроксимацией ФР с той же частотой, для которой риск растет с уровня 0.002 (за год) до 0.04 (за 20 лет), отличие в 3.3 – 3.4 раза!



Пример 4. Анализ нарушений для высококвалифицированных специалистов, взаимодействующих в режиме резервирования (с контролем и подстраховкой действий)

Если сравнивать с изначальной частотой инцидентов (1 раз в месяц), частота возможных нарушений с ущербом становится меньше в 8000 раз!

Если сравнивать с экспоненциальной аппроксимацией ФР с той же частотой, для которой риск возрастет с 0.0015 (за год) до 0.03 (за 20 лет), отличие – от двух сотен до 5000 раз!

Отмеченные эффекты достигнуты за счет реализуемых мер контроля, мониторинга и восстановления целостности в случае выявления начальных признаков развития угроз



- логическая структура сложной системы из 9 объектов. Безопасность системы обеспечена, когда обеспечена безопасность каждого из объектов

Пример 5. Анализ нарушений для сложной системы, безопасность контролируется высококвалифицированными специалистами

Если сравнивать с изначальной частотой инцидентов (1 раз в месяц), частота возможных нарушений с ущербом становится меньше в 3430 раз!
Если сравнивать с экспоненциальной аппроксимацией ФР с той же частотой, для которой риск растет с уровня 0.0035 (за год) до 0.07 (за 20 лет), отличие от 54 до 1167 раз!



Пример 6. Анализ нарушений для сложной системы, безопасность контролируется среднеквалифицированными специалистами

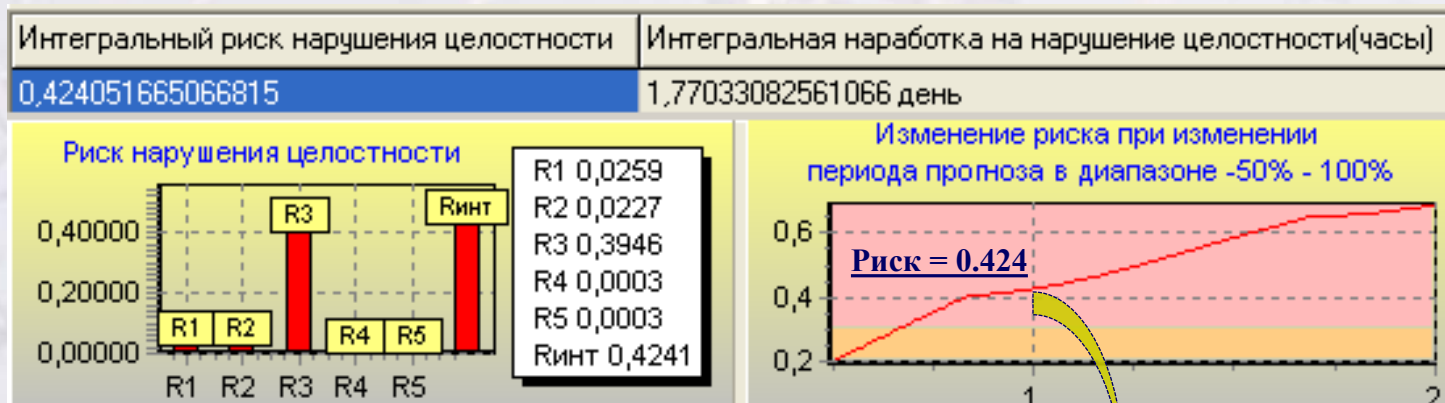
Если сравнивать с изначальной частотой инцидентов (1 раз в месяц), частота возможных нарушений с ущербом становится меньше в 300 раз!
Если сравнивать с экспоненциальной аппроксимацией ФР с той же частотой, для которой риск возрастет с 0.04 (за год) до 0.55 (за 20 лет), отличие – от 2.2 до 44.4 раз!

ЭФФЕКТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ РЕГЛАМЕНТОМ ПЛАНОВОГО РЕМОНТА В НЕПРЕРЫВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ (на примере обогатительной фабрики – пример 7)

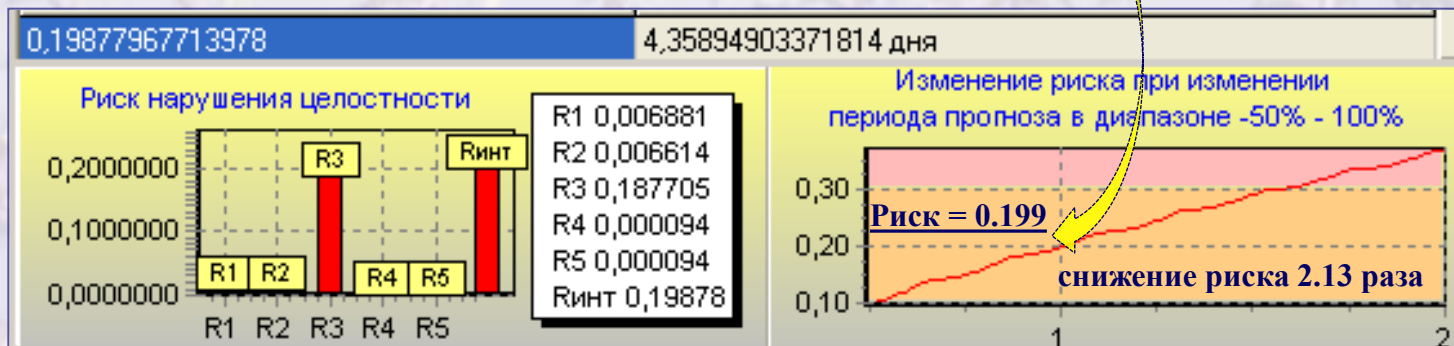


Риски нарушения экономически приемлемого производственного процесса в течение 0.5-2 суток

при системном контроле (необходимом плановом ремонте) через 20 часов



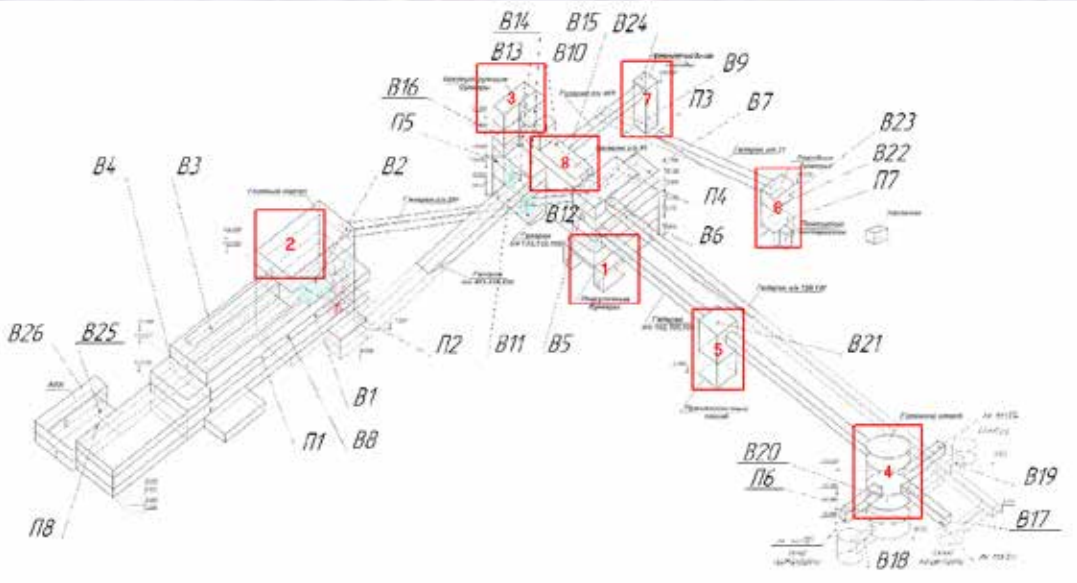
при системном контроле (необходимом плановом ремонте) через 5 часов



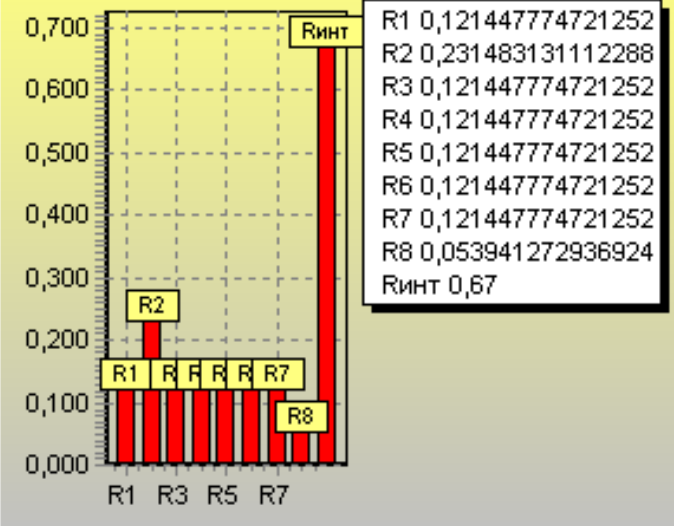
По сравнению с существующим вариантом при реализации планового ремонта 4 раза в сутки риск нарушения целостности за сутки снижается 2.13 раза.

Сокращение количества простоев повысит экономическую эффективность предприятия!

Технология прогноза рисков через Интернет



Риск нарушения целостности



№	Название подсистемы	Риск нарушения целостности	Приблизительное среднее время наработки на нарушение целостности
1.	Подсистема в погрузочных бункерах	0,12	7,66 года
2.	Подсистема в обогатительной фабрике	0,23	3,79 года
3.	Подсистема в аккумулирующих бункерах	0,12	7,66 года
4.	Подсистема в головном столбе	0,12	7,66 года
5.	Подсистема в промежуточном столбе	0,12	7,66 года
6.	Подсистема в породных погрузочных бункерах	0,12	7,66 года
7.	Подсистема в промежуточном бункере	0,12	7,66 года
8.	Подсистема в галерее	0,05	18,01 лет

Оптимизационные задачи для управления рисками в «процессном» подходе

Вариант реализации процесса Q(A,M) характеризуется параметрами:

сценарием критичных изменений среды реализации процесса и/или ресурсов и/или достигаемой безопасности на заданном множестве потенциальных угроз (A - множество параметров сценария);

осуществляемыми мерами упреждения и реакции с учетом их стоимости для обеспечения целостности процесса (M - множество параметров, характеризующих эти меры)

Управляемые параметры процесса Q(A,M) признаются наиболее рациональными для заданного периода эксплуатации Tзад., если на них достигается минимум затрат на создание системы Zсозд. при ограничениях на приемлемый уровень риска Rдоп и допустимый уровень затрат при эксплуатации Cдоп.:

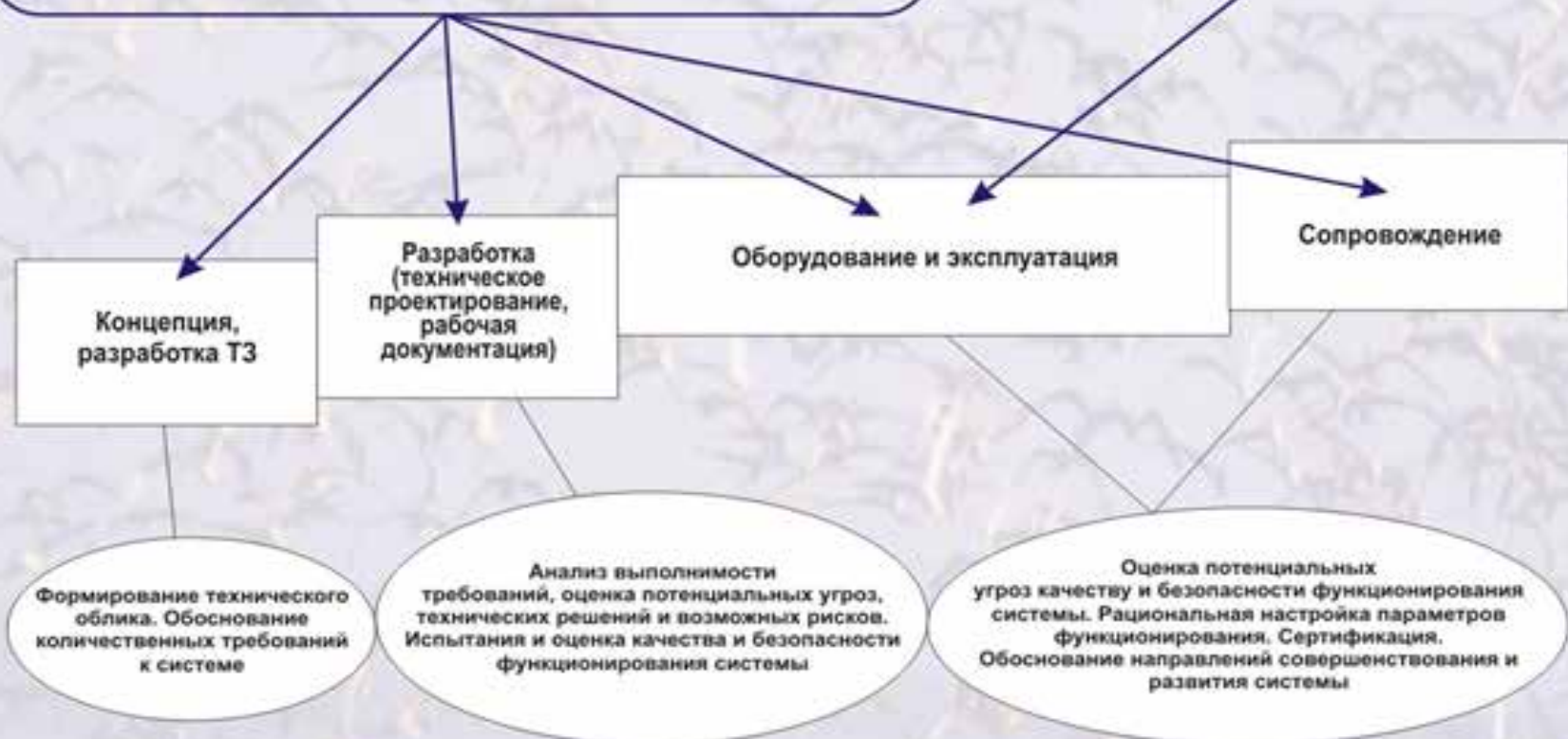
$$Z_{созд.}(Q_{рац.}) = \min_{\text{управляемые параметры A,M}} Z_{созд.}(Q)$$

при ограничениях $R \leq R_{доп.}$ и $C_{экспл.} \leq C_{доп.}$ и, возможно, ограничениях на допустимые значения других показателей, отнесенных к критичным

Управляемые параметры процесса Q(A,M) признаются наиболее рациональными для заданного периода эксплуатации Tзад., если на них достигается минимум риска нарушения безопасности функционирования системы R

$$R(Q_{рац.}) = \min_{\text{управляемые параметры A,M}} R(Q)$$

при ограничениях $C_{экспл.} \leq C_{доп.}$ и, возможно, ограничениях на допустимые значения других показателей, отнесенных к критичным



Концепция,
разработка ТЗ

Разработка
(техническое
проектирование,
рабочая
документация)

Оборудование и эксплуатация

Сопровождение

Формирование технического облика. Обоснование количественных требований к системе

Анализ выполнимости требований, оценка потенциальных угроз, технических решений и возможных рисков. Испытания и оценка качества и безопасности функционирования системы

Оценка потенциальных угроз качеству и безопасности функционирования системы. Рациональная настройка параметров функционирования. Сертификация. Обоснование направлений совершенствования и развития системы

ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ ИДЕЙ

Эффективная реализация научно-технических идей по прогнозированию техногенных рисков для обеспечения информационной и промышленной безопасности критически важных объектов нефтегазовой отрасли

(удостоена премии Правительства РФ в области науки и техники за 2014г.)

	<u>Авторский коллектив</u>
Червяков Леонид Михайлович	Руководитель работы. Доктор технических наук, профессор, первый проректор Юго-Западного государственного университета г. Курск
Бурмака Александр Александрович	Доктор технических наук, профессор ЮЗГУ, г. Курск
Георгиев Милен Димитров	Кандидат технических наук, доцент ЮЗГУ, г. Курск
Костогрызов Андрей Иванович	Заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор
Потемкин Владимир Васильевич	Заместитель губернатора Калужской области, г. Калуга
Димитров Димитър Иванов	Председатель Совета директоров ЗАО «Холдинговая компания «Макслевел», кандидат экономических наук, г. Москва
Кравцов Андрей Анатольевич	Директор ООО «Каменск-Шахтинский завод газоиспользующего оборудования» (КЗГО), г. Каменск – Шахтинский Ростовской области
Емельянов Сергей Владимирович	Главный инженер ООО «Ремиконт», г. Курск
Левченко Анна Владимировна	Ведущий инженер – конструктор ООО «Ремиконт», г. Курск

Суть реализации

Потребители углеводородов:

Административные области, регионы
Хранилища углеводородов
Предприятия и организации
Жилые дома и строения

Основные угрозы:

Разрушение трубопроводов
Возгорание углеводородов
Взрывы
Отключения потребителей из-за нарушений
техногенной безопасности



Научно-техническая и технологическая проблема:

- интеллектуальной поддержки принятия эффективных решений по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера и смягчению негативных последствий на основе многофакторного мониторинга ситуаций, прогнозирования рисков и рационального управления системными процессами

Цель:

- создание функциональных возможностей по раннему выявлению и распознаванию разнородных угроз, прогнозированию развития нештатных ситуаций, обоснованию и реализации целенаправленных упреждающих мер, оптимизации параметров газораспределения, предупреждению и устранению предаварийных и аварийных ситуаций

АКТУАЛЬНОСТЬ И ЗАМЫСЕЛ

Острые проблемы, на решение которых направлена разработка

Необходимость всемерного повышения уровня энергосбережения и оптимизации затрат на эксплуатацию, ремонт и обеспечение техногенной безопасности объектов газораспределения (количество которых измеряется сотнями тысяч)

Оперативный анализ и обоснование допустимых рисков, научное обоснование превентивных мер достижения приемлемого уровня техногенной безопасности (исходя из допустимых рисков) при проектировании и функционировании объектов газораспределения

Необходимость оперативной реакции на признаки предаварийных ситуаций для предотвращения нарушений безопасности

Оперативное обнаружение источников нарушения безопасности и определение путей обеспечения потребителей продукции за счет своевременного принятия и реализации управленческих решений

Необходимость планирования в режиме реального времени расхода энергоресурсов, оперативного перераспределения газопотребления в соответствии с текущей экологической ситуацией

Всемерное предупреждение преднамеренного вмешательства в технологический процесс (в т.ч. «человеческий фактор»), предупреждение хищений и порчи оборудования («антивандальная реализация») в различных природных условиях в лесах, горах, иных необитаемых местах (в т.ч. на п-ве Ямал и в Арктике)

Замысел

Реализованные пути решения:

- совершенствование Концепции управления рисками и ее внедрение;
- оснащение регуляторов интеллектуальными автоматами с аналитическим расчетом развития нештатной ситуации на фазе ее зарождения;
- формирование гибридных каналов связи, обеспечивающих своевременность и достоверность используемой информации;
- установка дополнительных датчиков для использования не только телеметрической, но и аналитической информации о состоянии регуляторов и внешней среды

Используемая информация:

•Телеметрическая:

- Давление в трубопроводах
- Расход углеводородов
- Температура углеводородов
- Температура среды
- Сведения о подаче электроэнергии и др.

• Аналитическая:

- Сообщение о землетрясении
- Сообщение о пожаре
- Сообщение о наводнении
- Сообщение об урагане
- Сообщение о несанкционированном доступе и др.

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ РЕАЛИЗОВАННОГО ЗАМЫСЛА

(риск - мера опасности с ее последствиями (по ФЗ), эффект неопределенности в целях, задачах (по ISO 31000))

Совершенствование существующей Концепции управления рисками на основе замысла и его реализации

Системная инженерия

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РИСКОВ

Анализ целей, условий и среды функционирования, возможностей системы и потенциального ущерба

Определение угроз и частоты их возникновения

Анализ возможных сценариев функционирования

Характеристика рисков

АНАЛИЗ РИСКОВ

Расчет рисков, оценка ущерба

Обоснование приемлемых (допустимых) рисков

КОНТРОЛЬ РИСКОВ

Анализ возникающих угроз

Контроль и изучение опасных случаев, приведших или способствовавших их возникновению недопустимого ущерба

Установление уровня целостности системы

Установление формализованных требований к целостности системы

Описание системы

Размеры рисков

Возможности устранения и уменьшения рисков

Допустимые пределы рисков

Проект системы, эксплуатируемая система

Возможности устранения и уменьшения рисков

Формализованные требования к целостности системы

Основные задачи замысла, получившие научно-теоретическое и практическое разрешение в работе

Создание и совершенствование математических моделей для исследований путей решения проблемы

Комбинация и автоматическая генерация новых моделей

Опытные образцы базы знаний и информационных технологий

Варианты решения типовых производственных задач для управления рисками

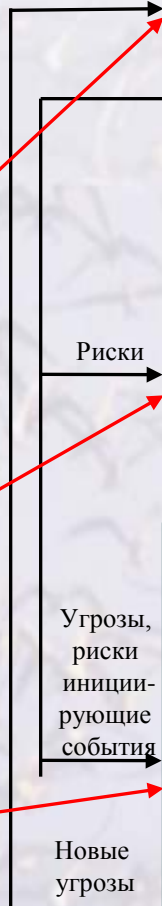
Недостатки

(в общем случае применения Концепции)

Не осуществляется накопления и целенаправленной обработки информации для системного обоснования рациональных мер контроля, мониторинга и восстановления нарушаемой целостности «умных» элементов

Используемые методы расчета рисков специфичны, результаты несравнимы

Для различного рода угроз задачи количественного обоснования требований к средствам и системным процессам при ограничениях на ресурсы и допустимые риски – не решаются



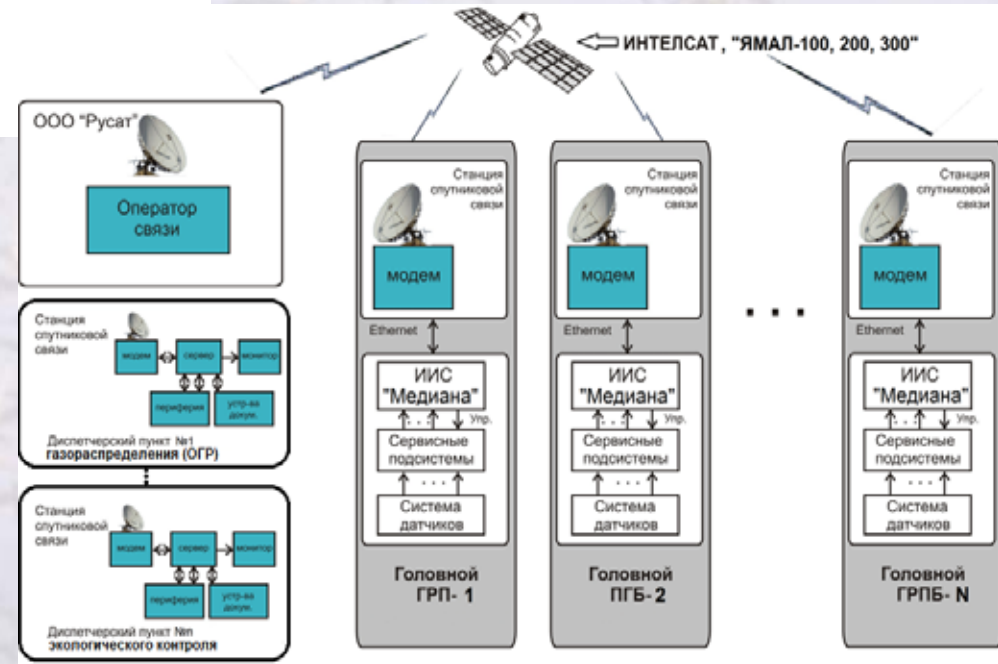
СТРУКТУРНО-ЛОГИЧЕСКОЕ ПОСТРОЕНИЕ КОМПЛЕКСА



**ОРГАНИЗАЦИЯ
ПЕРИФЕРИЙНОЙ
ИНФОРМАЦИОННО-
УПРАВЛЯЮЩЕЙ СЕТИ**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Комплекс сопрягается с любыми известными системами мониторинга и контроля других производителей в едином пространстве диспетчерских и ситуационных центров



РЕАЛИЗАЦИЯ

ОБЩИЙ ВИД ПЕРИФЕРИЙНОГО ПОСТА



ПЕРИФЕРИЙНАЯ
ПОДСИСТЕМА



ТЕХНИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ



НОВИЗНА

1. Функции обеспечения техногенной безопасности внедрены в технологические процессы газораспределения, включая контроль и мониторинг окружающей среды

2. Обеспечены:

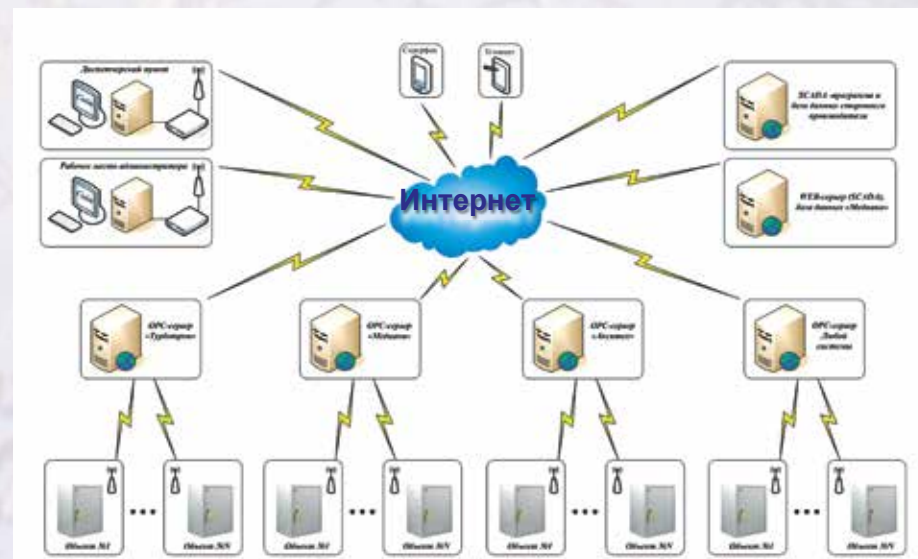
- выявление и распознавание разнородных угроз
- раннее прогнозирование развития нештатных ситуаций и загрязнения окружающей среды
- обоснование и реализация целенаправленных управляющих мер предотвращения ущерба

Оптимизация параметров газораспределения в жизненном цикле объектов обеспечивает предупреждение и устранение предаварийных и аварийных ситуаций

ЭФФЕКТИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ



ОБОСНОВАННЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ - в России (в т.ч. при освоении Арктики), за рубежом



Как показатель эффективности - применение Комплекса в Калужской и Курской областях в 2009-2014гг. обеспечило безаварийное функционирование нефтегазовых объектов (до этого – по несколько аварийных ситуаций в год)

Адаптируемая реализация позволяет обеспечить сопряжение с любым вариантом построения конкретного объекта, обеспечивая взаимодействие фактически с любым количеством объектов

ДОСТИГНУТЫЕ ЭФФЕКТЫ

Реализованные функции	Достигнутые эффекты в решении практических проблем
1. Автоматизация процессов контроля режимов газоснабжения	Энергосбережение за счет оптимизации управления процессами
2. Мониторинг состояния технологического оборудования, распознавание и идентификация ситуаций (текущее состояние контролируемых объектов), раннее распознавание и прогнозирование развития предаварийных ситуаций	Сокращение затрат на ремонт, обеспечена оперативная реакция признаки предаварийных ситуаций для предотвращения нарушений техногенной безопасности
3. Сбор и обработка информации о расходе газопродукции	Возможность планирования расхода энергоресурсов, оперативного перераспределения газопотребления в соответствии с текущей техногенной и экологической ситуацией
4. Оперативное дистанционное управление	Энергосбережение, уменьшение финансовых затрат за счет снижения количества бригад, неплановых выездов на места, предотвращения нарушений техногенной безопасности
5. Обобщение поступающей информации, технический аудит, архивирование и документирование данных	Оперативное обнаружение источников нарушения безопасности и определение путей обеспечения потребителей продукции за счет своевременного принятия и реализации управленческих решений
6. Безопасность эксплуатации, в т.ч. функции доступа	Предупреждение преднамеренного вмешательства в технологический процесс (в т.ч. защита от «человеческого фактора»), предупреждение хищений и порчи оборудования за счет «антивандальной реализации» в различных природных условиях (в т.ч. для условий п-ва Ямал и в Арктики)

Применение Комплекса в период 2009-2014гг. **уже обеспечило возможность экономии 8,5 млрд рублей, что достигнуто за счет эффективного внедрения функций обеспечения техногенной безопасности** в технологические процессы контроля и мониторинга газораспределения