

УМЕНЬШЕНИЕ ТЕХНОГЕННОГО РИСКА ПРИ ВИРТУАЛИЗАЦИИ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРЫ АСУ ТП ГАЗООТВОДЯЩЕГО ТРАКТА

Бойко Т. В., Вавулин П. А.

ЗМЕНШЕННЯ ТЕХНОГЕННОГО РИЗИКУ ПРИ ВІРТУАЛІЗАЦІЇ ІТ-ІНФРАСТРУКТУРИ АСУ ТП ГАЗОВІДВІДНОГО ТРАКТУ

Бойко Т. В., Вавулін П. А.

TECHNICAL RISK VALUE DECREASE BY IMPLEMENTING VIRTUALIZED IT-INFRASTRUCTURE FOR AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF GAS EXHAUST DUCT

Boiko T., Vavulin P.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Київ, Україна
petr.vavulin@gmail.com

В статье представлены методы оценивания надежности сложных технических систем и возможные способы оптимизации процесса управления производственным объектом с уменьшением значения техногенного риска. Предложенный подход включает в себя оценивание надёжности и качества управления технологическим процессом при использовании виртуализированных сред, что в свою очередь, позволяет оптимизировать процесс управления техногенным объектом (АСУ ТП газоотводящего тракта) при увеличении уровня его надёжности.

Ключевые слова: техногенный риск, вероятность, оценка надёжности, производство, оценка риска, автоматизация, виртуализация

В статті представлені методи оцінювання надійності складних технічних систем та можливі шляхи оптимізації процесу управління виробничим процесом із зменшенням техногенного ризику. Запропонований підхід включає в себе оцінку надійності та якості управління технологічним процесом при використанні віртуалізованих середовищ, що в свою чергу, дозволяє оптимізувати процес управління техногенним об'єктом (АСУ ТП газовідвідного тракту) із підвищенням рівня його надійності.

Ключові слова: техногенний ризик, ймовірність, оцінка надійності, виробництво, оцінка ризику, автоматизація, віртуалізація

In this article described methodological principles of technical risk assessment for sophisticated industrial objects and possible ways of automation process optimization. Observed approach includes assessment of reliability and quality of automation control system with using of virtualized IT-infrastructure for automation control system of gas exhaust duct. Using of virtualization allows optimizing process of technical system automation, with taking to account its reliability.

Keywords: technical risk, probability, reliability assessment, production, risk assessment, automation, virtualization

Введение

На сегодня принято, что та техническая система, для которой неблагоприятные воздействия на окружающую среду в процессе эксплуатации полностью определены, является опасной. Опасность объекта техносферы в процессе нормальной эксплуатации (штатной работы) определяется механизмами проявления вредных факторов, сопровождающих процесс функционирования. При этом верхний предел ущерба, который может быть причинен техническим объектом, определяется как потенциал опасности, различный для случаев нормальной эксплуатации и аварии объекта. Техногенное загрязнение окружающей природной среды, как вид опасности, оценивается при определении прогнозного и аварийного экологического риска и сравнивается с приемлемым значением величины риска [1].

Поскольку задача управления, по существу заключается в формировании такого закона изменения управляющих воздействий, при котором достигается желаемое поведение объекта независимо от наличия возмущений, то для обеспечения определенного уровня безопасности является актуальным использование современных информационных технологий [2].

Постановка задачи

Современные стандарты технологических процессов требуют комплексного и полного рассмотрения системы управления и защиты, в частности актуальными на сегодня являются стандарты ISO 14000 та ISO/IEC 17799 [2]. Работы по исследованию надежности ведутся многими учеными по всему миру: В. Алымов, Н. Тарасова, В. Акимов, Н. Радаев, Г. Рева, П. Борисов, но зачастую они не до конца используют возможности современных программно-аппаратных комплексов. Также следует отметить, что системы управления становятся все более сложными и, соответственно, возникает проблема интегрированности данных систем с современными технологиями для практического применения в различных областях промышленности, которые связаны с техногенным риском. Концепция построения АСУ ТП с более высоким уровнем отказоустойчивости, с использованием гиперконвергентных программно-аппаратных сред, с применением виртуализации, является развитием идеологии уменьшения техногенных рисков, связанных с эксплуатацией техногенных объектов путем интеграции подтвержденных временем подходов (классические АСУ ТП с методами ТАР) с современными техническими решениями (виртуализация, системы резервного копирования и др.) [2].

Анализ исследований

Исследовалась возможность виртуализации объекта автоматизации – газоотводящий тракт с полным дожиганием конвертера №1. Данный тракт обеспечивает охлаждение и очистку конвертерного газа, а также его отвод в атмосферу. АСУТП ГОТ К1 спроектирована как двухуровневая управляющая система, обеспечивающая автоматическое управление режимами и контурами в реальном времени с распределенной организацией измерений, сбора и обработки информации, а также выдачи управляющих воздействий [3].

Основой АСУ ТП ГОТ К1 является программно-технический комплекс (ПТК), состоящий из технических средств (вычислительная техника, сетевого оборудования) и программно-технического обеспечения. Нижний уровень управления выполнен на базе контроллеров Siemens. Верхний уровень представлен автоматизированными

рабочими местами (АРМ) оборудованными средствами, позволяющими выполнять функции человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) и архивирования информации. Программное обеспечение ПТК АСУ ТП ГОТ К1 делится на: системное, прикладное и технологическое. Для задачи проектирования построения виртуализированной инфраструктуры основным является системное программное обеспечение, которое представляет собой ОС Windows 7.

На рисунке 1 отображена структурная схема эксплуатации АСУ ТП ГОТ К1, которая включает в себя: автоматизированные рабочие места, инженерные станции, сервера, сетевое оборудование и источники бесперебойного питания.

Исходя из текущей схемы использования различных структурных элементов АСУ ТП, представленной на рис. 1, было проведено моделирование и построена оптимизированная система с введением в эксплуатацию инструментов виртуализации. Схема, отображающая оптимизированную систему, включает в себя гипервизор с кластеризацией баз данных технических систем и тонкие клиенты, представлена на рис. 2.

В качестве исходных данных использовались практические исследования и экспериментальные данные полученные Ф. Коопманом и Е. Тран [4], а номинальная вероятность отказа сервера управления была принята равной $0,66 \cdot 10^{-6}$.

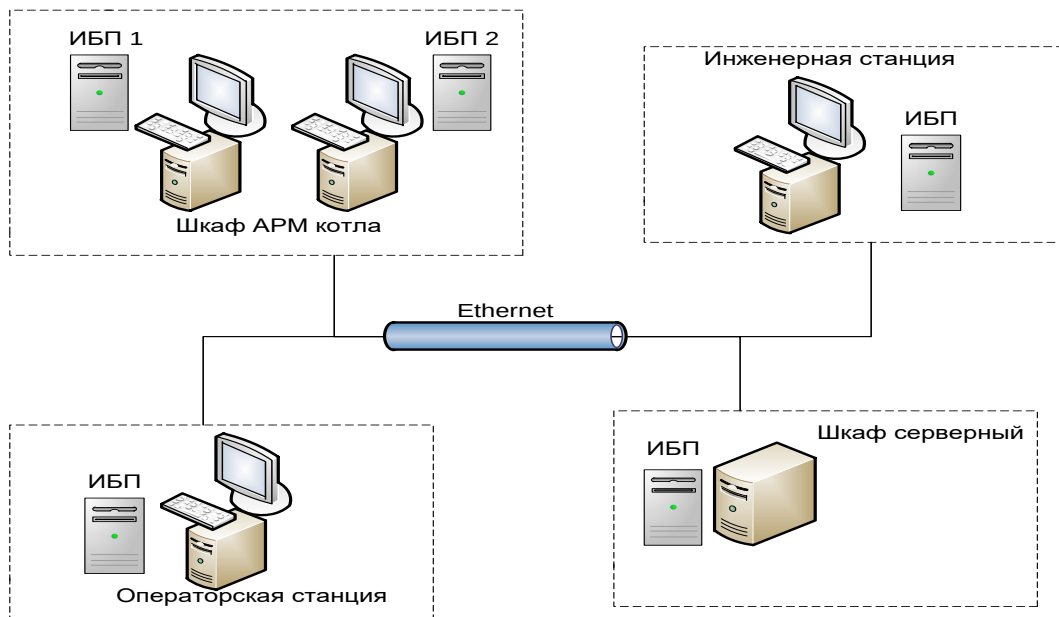


Рис.1. Текущая схема использования АРМ и АСУ ТП ГОТ К1

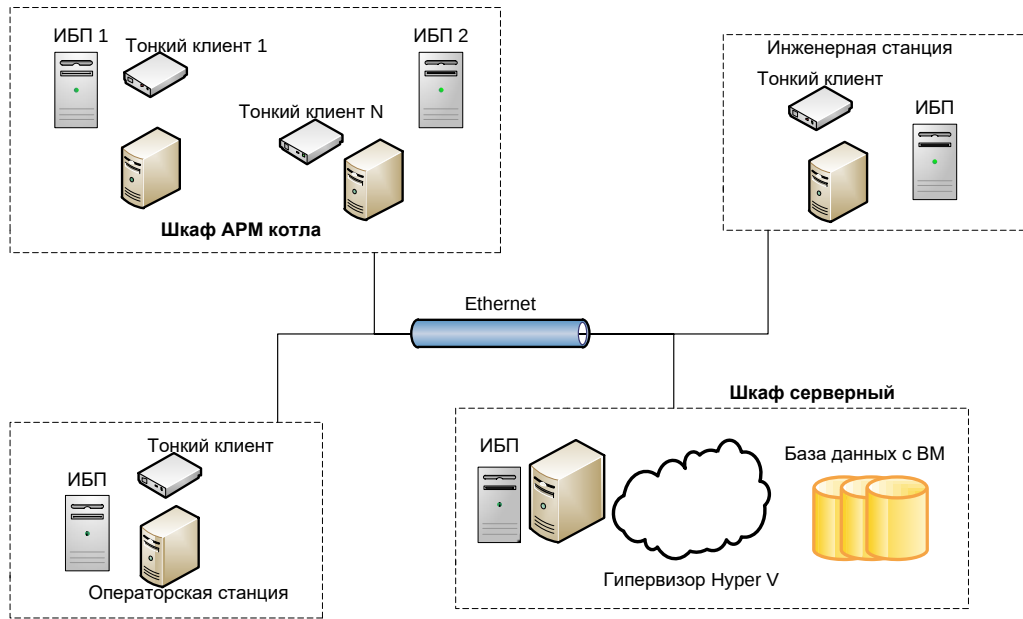


Рис. 2. Виртуализованная инфраструктура АСУ ТП ГОТ К1

Для оценивания влияния виртуализации на техногенный риск эксплуатируемого техногенного объекта воспользуемся специализированное программное обеспечение «Програмный комплекс РИСК 1.2» [5], которое позволяет помимо расчета номинальной вероятности отказа провести моделирование эксплуатации сложной технической системы методом Монте-Карло (метод имитационного моделирования).

Основой расчетного модуля программного комплекса является допущение, что во время работы технической системы возможен выход из строя любого элемента при сохранении общей работоспособности. Если система находится в состоянии s , то бинарные переменные y_i^s принимают значения по зависимости (1):

$$y_i^s = \begin{cases} 1, & \text{если } i - \text{й блок работоспособен} \\ 0, & \text{если } i - \text{й блок неработоспособен} \end{cases} \quad (1)$$

Обозначим Y_1^s набор работоспособных блоков s -го варианта системы $Y_1^s = \{l : y_l^s = 1\}$ и Y_0^s набор неработающих блоков s -го варианта системы $Y_0^s = \{l : y_l^s = 0\}$. Тогда вероятность отказа s -го состояния системы вычисляется по зависимости (2):

$$y_i^s = \prod_{l \in Y_1^s} p_l \prod_{l \in Y_0^s} (1 - p_l), s = 1, \dots, 2^L, \quad (2)$$

где L – число блоков, p_l – вероятность отказа элемента системы.

Тогда вероятность $E(SF)$ работоспособности технической системы, с учетом дискретных и непрерывных изменений определяется по зависимости (3):

$$E(SF) = \sum_{s=1}^{2^L} SF^s(d) P(s), \quad (3)$$

где $SF^s(d)$ – стохастическая гибкость s -го варианта системы, $P(s)$ – вероятность отказа системы для состояния s .

В таблице 1 приведены выборочные результаты расчета основных показателей надежности АСУ ТП.

Таблица 1. Результаты расчета основных показателей надежности при виртуализации

Наименование	Количество резервных виртуальных или соответствующих им физических машин	Оценка вероятности отказа системы индексным методом, [1]	Оценка вероятности отказа системы методом Монте-Карло, [1]
Традиционная система	2	$4,36 \cdot 10^{-13}$	$4,41 \cdot 10^{-13}$
Виртуализированная система 1	4	$1,897 \cdot 10^{-25}$	$1,991 \cdot 10^{-25}$
Виртуализированная система 2	8	$3,6 \cdot 10^{-50}$	$3,7 \cdot 10^{-50}$

Анализ полученных результатов подтверждает высокую точность при использовании методов имитационного моделирования для расчета вероятности отказа сложных технических систем и объектов. Следует отметить также тот факт, что при использовании виртуализированных сред – надежность и отказоустойчивость АСУ ТП (программная и аппаратная), связанная с серверами, программным обеспечением и использованием АРМ – возрастает.

Очевидно, что интеграция и использование современных средств виртуализации не привносит никаких принципиальных технологических изменений в структуру АСУ ТП. При этом, экономический эффект от использования промышленных тонких клиентов вместо обычных ПК в виде АРМ позволит значительно упростить управление, увеличить масштабируемость (добавление дополнительных АРМ в систему осуществляется подключением дополнительных тонких клиентов и созданием новых или клонированием существующих виртуальных машин), надежность благодаря использованию дополнительных централизованных средств управления (имеется в виду гипервизор, например Microsoft HyperV) и более надежного серверного оборудования [2].

Выводы

Предложена архитектура построения гибридной АСУ ТП газоотводящего тракта конвертера №1 с использованием гиперконвергентных сред. Преимуществами данного решения является полная обратная совместимость и интегрируемость с классическими АСУ ТП, поскольку позволяет использовать те же базовые операционные системы и модули.

Использование данного подхода позволит практически без изменения архитектуры эксплуатируемой системы, уменьшит риск возникновения нежелательных событий в несколько раз, что подтверждают результаты имитационного моделирования эксплуатации данной системы для виртуализированной и традиционной АСУ ТП. При этом погрешность составила менее 2%.

Дальнейшим этапом развития данного подхода (использования современных программных систем, инструментов виртуализации, математических методов и др.) будет разработка общей консоли мониторинга и автоматического расчета текущих и

прогнозных значений техногенного риска и управления виртуализированной (полностью или частично) АСУ ТП.

Литература

1. Вавулин П. А. Расчет прогнозного техногенного риска промышленных объектов при эксплуатации / П. А. Вавулин, Т. В. Бойко // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2014. – Т. 5, № 10 (71). – С. 42–46.
2. Вавулін П. А. Застосування віртуалізованої ІТ-інфраструктури при функціонуванні систем автоматизації технологічних об'єктів [Текст] / П. А. Вавулін, Т. В. Бойко // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2017. – № 1/2 (33). – С. 30–37.
3. Кривоносов А. И. АСУ ТП газоотводящего тракта конвертера № 1 ПАО «Мариупольский металлургический комбинат имени Ильича» / А. И. Кривоносов, А. А. Пироженко, А. Е. Криволапов, С. В. Шахов, А. С. Борjak, С. Н. Панасенко, С. С. Хвостов, // Журнал «Экология и промышленность». – 2016. – № 3. – С. 41–49.
4. Koortan P. Mission failure probability calculations for critical function mechanizations in the automated highway system. / CMU-RI-TR-97-44, Пітсбург, США. – 1997.
5. А. с. України Комп'ютерна програма «Програмний комплекс РИСК 1.2» / Т. В. Бойко, А. О. Абрамова, П. А. Вавулін (Україна). – № 75863; опуб. 12.01.2018.

ВИЗНАЧЕННЯ РЕСУРСОЕФЕКТИВНОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ MIPS-АНАЛІЗУ У ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ ПРОДУКТУ

Комариста Б. М., Бендюг В. І.

USING MIPS ANALYSIS FOR RESOURCE EFFICIENCY ASSESSMENT IN THE PRODUCT LIFE CYCLE

Komarysta B., Bendiuh V.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСОЭФЕКТИВНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MIPS-АНАЛИЗА В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ ПРОДУКТА

Комаристая Б. Н., Бендюг В. И.

КПІ імені Ігоря Сікорського,
Київ, Україна
angel2nika@gmail.com

Розглянуте застосування MIPS-аналізу для визначення ефективності використання природних ресурсів протягом життєвого циклу продукту чи послуги. Запропоноване використання узагальненого MIPS показника продукту для розрахунку унітарного індексу ресурсоефективності.

Ключові слова: MIPS-аналіз, життєвий цикл продукту, ресурсоефективність, оцінка впливу на навколишнє середовище