

**Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Кузбасский научный центр Сибирского отделения
Академии инженерных наук имени А.М. Прохорова
Кемеровское региональное отделение САН ВШ
АО «Евраз - Объединённый Западно-Сибирский
металлургический комбинат»**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ
И ПРОИЗВОДСТВЕ
AS' 2017**

**ТРУДЫ XI ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
*(с международным участием)***

**Новокузнецк
2017**

С 409 Системы автоматизации в образовании, науке и производстве : Труды XI Всероссийской научно-практической конференции / Сиб. гос. индустр. ун-т ; под общ. редакцией С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. - Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. - 475 с., ил.

ISBN 978-5-7806-0502-7

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам автоматизации управления технологическими процессами и предприятиями, социально-экономическими системами, образованием и исследованиями. Представлены результаты исследования, разработки и внедрения методического, математического, программного, технического и организационного обеспечения систем автоматизации и информационно-управляющих систем в различных сферах деятельности.

Сборник трудов ориентирован на широкий круг исследователей, научных работников, инженерно-технический персонал предприятий и научно-исследовательских лабораторий, преподавателей вузов, аспирантов и студентов.

Организации, поддержавшие конференцию:

ОК «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк),
ЗАО «Стройсервис» (г. Кемерово),
ООО «Центр сварки и контроля» (г. Кемерово),
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления» (г. Новокузнецк),
ООО «Синерго СОФТ СИСТЕМС» (г. Новокузнецк).

Конференция проведена при финансовой поддержке РФФИ, грант № 17-07-20581.

ISBN 978-5-7806-0502-7

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2017

На инженерной станции устанавливаются программный пакет Wonderware Development Studio для конфигурирования, настройки и программирования всех программных компонентов САУ ТК ОФ «Антоновская».

В последующем разработанное на инженерной станции прикладное программное обеспечение переносится на соответствующие узлы САУ ТК ОФ по информационной сети.

Интерфейс разработки инженерной станции интуитивно понятен и полностью поддерживает принцип WYSIWYG (WhatYouSeeIsWhatYouGet – что вы видите на экране инженерной станции, то вы и получите на экране удаленной станции): все, что создается на экране инженерной станции при помощи соответствующего программного обеспечения, будет выглядеть точно так же и на экране удаленной станции [4, 5].

Вывод. Модернизация верхнего уровня САУ ТК ОФ «Антоновская» позволяет расширить функциональные возможности системы, повышает удобство, безопасность и эффективность работы оперативно-диспетчерского персонала, организует платформу для создания интегрированной системы класса MES и, как следствие, увеличивает потенциал для дальнейшего развития САУ ТК.

Работа выполнена по Госзаданию Минобрнауки России N8.8611.2017/8.9.

Библиографический список

1. Сазыкин Г.П. Проектирование и строительство углеобогачительных фабрик нового поколения / Г.П. Сазыкин, Б.А. Синеокий, Л.П. Мышляев. – Новокузнецк: СибГИУ, 2003 – 126 с.
2. Мышляев Л.П. Автоматизация управления углеобогачительными фабриками / Л.П. Мышляев, С.Ф. Киселев, А.А. Ивушкин и др. – Новокузнецк: СибГИУ, 2003. – 304 с.
3. Руководство по решениям в автоматизации. Практические аспекты систем управления технологическими процессами / Под ред. Фролова Ю.А., Хохловского В.Н. – Москва: ЗАО «Шнейдер Электрик», 2011. – 320 с.
4. Грачев В.В. Особенности разработки информационного обеспечения систем автоматизации углеобогачительных фабрик нового поколения / В.В. Грачев, М.В. Шипунов, К.А. Ивушкин, А.В. Циряпкина // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды X Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). – Новокузнецк: СибГИУ, 2015. – С. 90 – 95.
5. Грачев В.В. Программное обеспечение систем автоматизации управления промышленными комплексами / В.В. Грачев, М.В. Шипунов // Автоматизированный электропривод и промышленная электроника в металлургической и горно-топливной отраслях: Труды Шестой Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: СибГИУ, 2014. – С. 226 – 232.

ОПЫТ СОЗДАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Решетников В.В.¹, Давкаев К.С.², Корольков М.В.², Ляховец М.В.³

¹ООО «ММК-Уголь», г. Белово, Россия

²ООО «Синерго Софт Системс», г. Новокузнецк, Россия

³Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк, Россия

Постановка исследовательской задачи

Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах», утвержденные приказом Ростехнадзора № 550 от 19.11.2013, определяют состав систем безопасности, включаемых в МФСБ, а также определяют функции этой системы – «мониторинг и предупреждение условий возникновения опасности геодина-

мического, аэрологического и техногенного характера; оперативный контроль соответствия технологических процессов заданным параметрам; применение систем противоаварийной защиты людей, оборудования и сооружений» [1]. Для решения задачи обеспечения функции «оперативного контроля соответствия технологических процессов заданным параметрам» предложено создание интегрированного класса автоматизированных систем [по аналогии со связкой АСУТП (автоматизированные системы управления технологическим процессом) – АСОДУ (Автоматизированная система оперативного диспетчерского управления)]: ИИ МФСБ (Информационная интегрированная многофункциональная система безопасности) – АСБ (автоматизированная система безопасности).

Информационная интегрированная многофункциональная система безопасности (ИИ МФСБ) является аналогом АСОДУ, и эта система, как инструмент диспетчера по промышленной безопасности, предназначена для решения спектра задач по своевременному реагированию на инциденты и предотвращению аварийных ситуаций. Основанием выделения ИИ МФСБ из АСОДУ является:

- повышение приоритета опасных ситуаций и аварий над общим процессом управления технологическими процессами и выделением их в отдельную категорию задач производства;
- поток информации при управлении сложным производством превысил возможности человека фиксировать мелкие нарушения правил безопасности (ПБ), которые обычно в совокупности и ведут к созданию аварийной ситуации.

Исходя из выше изложенного, создание МФСБ целесообразно для сложных либо опасных технологических производств, например угледобывающего предприятия.

При описании модели МФСБ и её реализации предлагается использовать цепи Маркова в совокупности с синергетическими моделями благодаря сравнительной простоте и наглядности математического аппарата, высокой достоверности и точности получаемых решений.

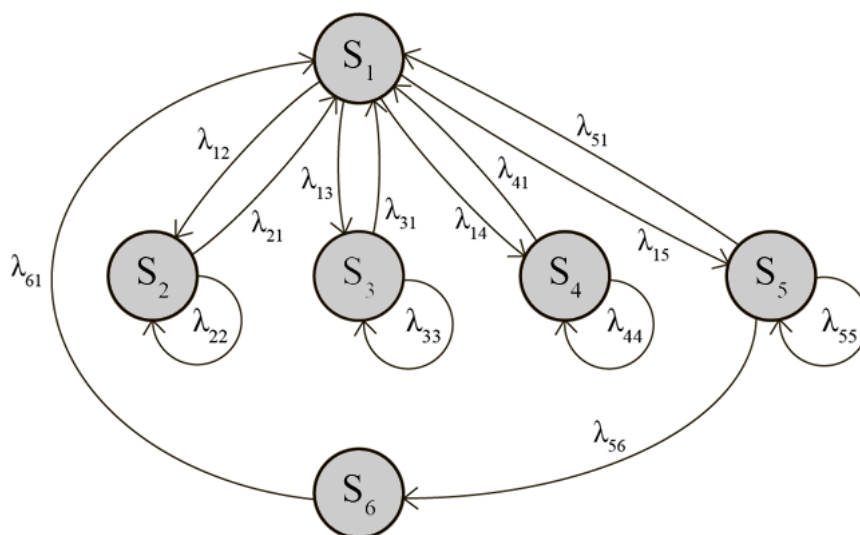
Моделирование многофункциональной системы безопасности

Для синтеза модели МФСБ используются Марковские цепи. Марковские цепи используют общие принципы теории стохастических процессов для анализа дискретного пространства состояний группы объектов во времени. Каждый объект находится в любой момент времени в одном из состояний из ограниченного множества.

Основные постулаты модели МФСБ:

1. Опасное производство – шахта – рассматривается как синергетический объект, имеющий множество внутренних состояний.
2. Переходы из одного состояния в другое рассматриваются как Марковский процесс, то есть с независимыми вероятностями.
3. Физический переход объекта из одного состояния в другое отображается в информационном пространстве, как заданное, ожидаемое событие.
4. Каждое событие генерирует сигнал.
5. Сигнал системой ИИ МФСБ преобразуется в сообщение.
6. Система имеет отрицательные обратные связи по управлению, реализованные организационно-техническими методами.
7. Задачей МФСБ является предотвращение перехода опасного объекта в состояние аварии.
8. При переходе объекта в состояние аварии МФСБ должно минимизировать урон и помочь вернуть объект к нормальному состоянию.

Модель ИИ МФСБ (рисунок 1) может быть представлена в виде переходов системы из одного состояния в другое, порождающее событие и генерирующее сигнал; в начальное состояние системы – нормальное функционирование технологических объектов – «нормальный режим работы системы» (S_1); квантуемое пространство состояний системы может быть представлено в виде таких ранжированных по степени тяжести состояний как: нарушение ПБ (S_2), предупреждение (S_3), инцидент (S_4), авария (S_5). Задачей оператора является предотвращение перехода системы в состояние «аварийный режим работы системы» (S_6). Данная модель может быть отнесена к классу Марковских процессов с дискретными состояниями и непрерывным временем.



λ_{ij} – вероятность перехода из состояния S_i в состояние S_j

Рисунок 1 – Графическое представление модели ИИ МФСБ:

Основной проблемой в данной модели является большое количество состояний системы и возможных переходов между ними. Для оптимизации работы системы применяются положения реляционной алгебры. Классификация событий и их свойств позволило выделить группы сущностей и разделить на множества с небольшими мощностями. Оптимизация работы модели достигается синхронизацией справочников баз данных ИИ МФСБ и автоматизированных систем безопасности (АСБ).

Классификация событий происходит для каждой АСБ по следующим принципам:

1. Нарушение (повреждение) среды техпроцесса (например – обвал, взрыв метана, пожар, затопление и т.п.).
2. Нарушение (повреждение) средств техпроцесса (оборудования), в том числе энергоснабжения.
3. Отказ систем контроля и управления, в том числе повреждение связи;
4. Отклонение от заданных параметров техпроцесса, в том числе внеплановые остановки.
5. Ошибки (в том числе травмирование) персонала, другие виды нарушений ПБ и предупреждений.

Свойствами событий являются:

1. Приоритет события (Авария, Инцидент, Нарушение ПБ, Подтверждение или Предупреждение)
2. Место и время события;
3. Значения параметров события (например: процентное содержание метана при превышении предельно допустимой концентрации);
4. Персонализация и квитиование события.

Этот подход даёт следующие преимущества:

- справочники МФСБ содержит все события для всех систем безопасности необходимые и достаточные для безопасной работы;
- система универсальна и позволяет добавлять новые события;
- прописаны бизнес-процессы должностных лиц для ликвидации угроз безопасности, как заданная реакция на конкретные события;
- сокращается время выполнения нужных инструкции действий персонала в чрезвычайных ситуациях, повышается точность и конкретность этих инструкций.

Реализация многофункциональной системы безопасности

В предложенной модели ИИ МФСБ собирает и фильтрует данные из АСБ для их последующей обработки и хранения. АСБ может выступать отдельно реализованной специализированной автоматизированной системой, либо быть встроенной в АСУТП. Обмен данными

от АСБ к ИИ МФСБ идёт в виде сигналов, сигналы преобразуются в сообщения о событиях. Сбор данных организован в ИИ МФСБ как по событиям (инициатором отправки сигнала является АСБ), так и по таймеру – происходит периодический опрос внешних АСБ и генерируются сигналы. Функциональная схема взаимодействия систем представлена на рисунке 2.

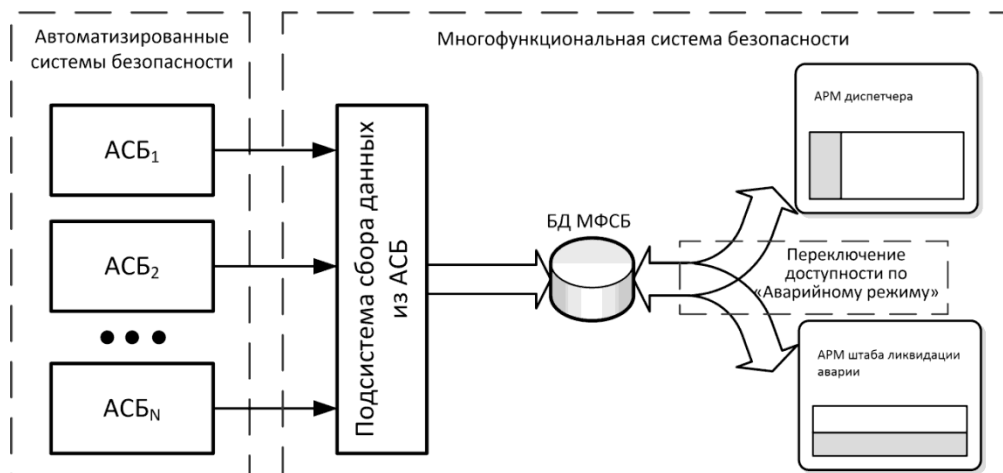


Рисунок 2 – Функциональная схема

Информация, поступающая из смежных автоматизированных систем, аккумулируется в базе данных (БД) МФСБ. Схема данных представлена на рисунке 3.

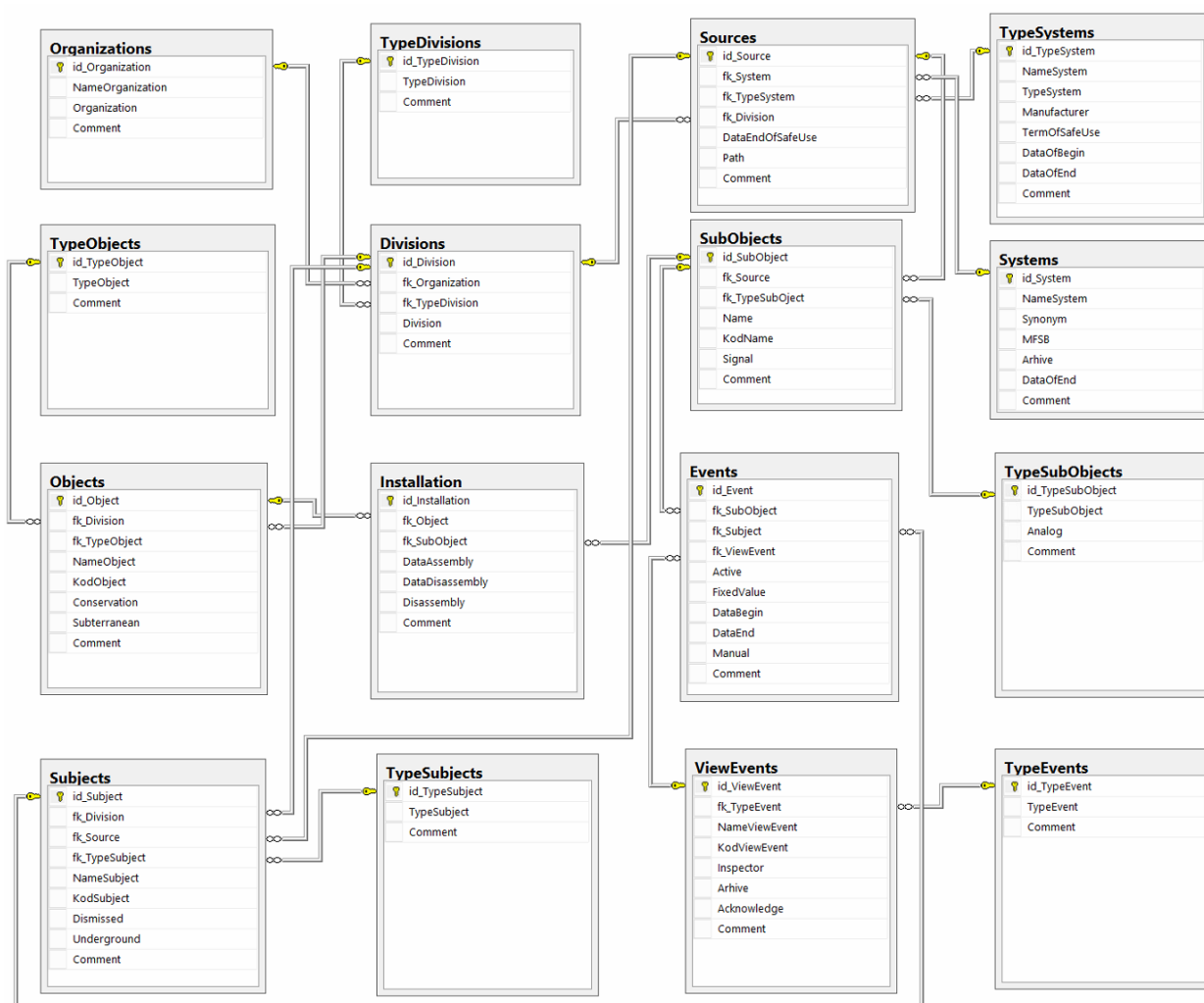


Рисунок 3 – Схема данных МФСБ

Сигналы расшифровываются в сообщения, понятные диспетчеру промышленной безопасности. Сигналы передаются в кодированном виде. Внешний вид автоматизированного рабочего места (АРМ) диспетчера представлено на рисунке 4.

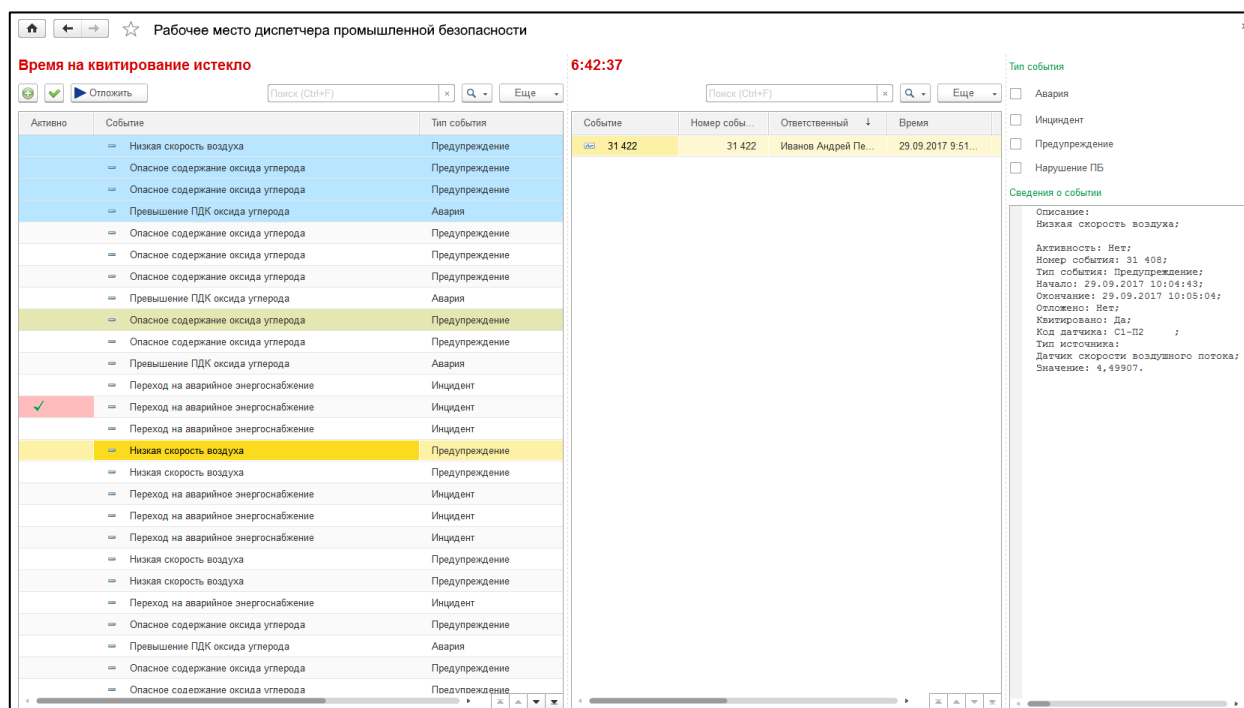


Рисунок 4 – Внешний вид АРМ диспетчера

Система может функционировать в каждый момент времени в одном из двух режимов:
– Нормальный режим работы.

При нормальном режиме работы диспетчер получает сообщения о нарушениях ПБ, инцидентах, авариях и из подсистемы самодиагностики системы МФСБ через журнал событий. Диспетчер должен в обязательном порядке подтвердить приём сообщения (квитировать его). Если сообщение не квитировано в течение заданного промежутка времени, то система переходит в аварийный режим. При регистрации сообщения в системе оно получает статус активного (незавершённого).

После квитирования сообщения диспетчер на основании должностной инструкции и нормативных документов должен принять решение об устранении нарушения ПБ или инцидента. При устранении причины события сообщение автоматически завершается и получает статус архивного. Также возможно завершение события вручную. Но в этом случае сообщение будет отложено на период, заданный при настройке системы, и появится снова, если фактически не произойдёт устранения причин, его вызвавших.

При входе диспетчера в систему или по запросу он получает список отложенных незавершённых сообщений.

В случае, если истекло время завершения события, которое задаётся при настройке системы и зависит от регламента устранения нарушения, то это событие завершается, а вместо него формируется событие с более высоким приоритетом (например, нарушение ПБ становится инцидентом). В этом случае происходит дополнительное автоматическое оповещение ответственных должностных лиц из списка оповещения.

При получении устного, телефонного, в письменном виде или иного неэлектронного сообщения диспетчер вводит его через специальную форму в МФСБ.

– Аварийный режим работы – когда введён в действие план ликвидации аварии.

При аварийном режиме работы диспетчер ожидает завершения аварийного режима и может формировать отчёты о произошедших событиях. Аварийный режим задействуется в

следующих случаях:

- при получении сообщения об аварии;
- по инициативе Ответственного руководителя ликвидации аварии или Горного диспетчера;
- при неквартировании сообщения в течение заданного промежутка времени диспетчером, либо лицом, его замещающим.

При аварийном режиме сообщения системы квитируются автоматически.

Методика анализа производственной безопасности

Накопленная информация по сообщениям за длительный период даёт возможность рассчитать вероятности переходов из одного состояния системы в другое, что позволяет прогнозировать самые вероятные пути распространения аварии.

Анализируя данные можно установить «тонкие» места системы промышленной безопасности предприятия. Что позволяет организационно-техническими методами предотвратить возможные аварии и оптимизировать системы безопасности – нарастив или, напротив, упростив те из них, которые отвечают за наиболее травмоопасные и аварийноопасные участки технологического процесса.

Для автоматизации этого процесса возможно использование технологий систем искусственного интеллекта – экспертные системы, нейронные сети.

Экономическая эффективность внедрения предложенных моделей позволяет оптимизировать затраты на создание и эксплуатацию систем безопасности входящих в МФСБ. Оценивая эффективность технических систем, реализующих системы безопасности, и определяя требуемую «разрешающую способность» распознавания нарушений ТБ этих систем, то есть, проводя оптимизацию количества сигналов генерируемых системой, устраняется избыточность этих систем, что ведет к снижению стоимости приобретения и владения. Либо, устраняется недостаточность этих систем, тем самым минимизируются затраты и время на устранения последствий не предотвращенных аварий. Кроме того, возможно построение цифровой имитационной модели МФСБ предприятия для прогнозирования и экспериментов, для оптимизации, устранения узких мест, а также для обучения и тренировки персонала, что предотвращает поломки и опасность аварий для реальной системы.

Апробация методики начата на шахте Чертинская-Коксовая в 2016 году. В текущее время производится внедрение разработанной системы на указанном производственном объекте.

Библиографический список

1. Приказ Ростехнадзора от 19.11.2013 г. № 550 «Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности в угольных шахтах» - Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499060050> (дата обращения : 01.09.17).

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

Носков В.Ю., Мухтасаров Р.Т., Каюров В.А.

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия*

Исторически открытость определялась как возможность экономии средств при модификации и (или) при повторном использовании систем и компонентов. Открытость была заботой разработчиков программ и относилась в основном только к программным решениям.

Для современного состояния области применения вычислительной техники характерны быстрый рост потребности в разнообразных программах, большое многообразие технических и программных средств, быстрая сменяемость этих средств, рост масштабов задач, рост объемов и доступности информации, потребность в длительном сохранении информации-

ОПЫТ СОЗДАНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ.....	68
Решетников В.В., Давкаев К.С., Корольков М.В., Ляховец М.В.	
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТКРЫТЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ.....	73
Носков В.Ю., Мухтасаров Р.Т., Каюров В.А.	
КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННЫХ РИСКОВ ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ В СРЕДЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ARCGIS DESKTOP.....	78
Бондин Ю.А., Спирин Н.А., Дебенко Д.В.	
О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ МЕХАНИЗМА ПЛАНИРОВАНИЯПРОКАТНОГО ЦЕХА НА ОСНОВЕ СИТУАЦИОННО-НОРМАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ.....	82
Кулаков С.М., Мусатова А.И., Кадыков В.Н.	
О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОМ УПРАВЛЕНИИ НЕУСТОЙЧИВЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ.....	88
Медведев А.В., Раскина А.В.	
О НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОМ ОЦЕНИВАНИИ ВЗАИМНО НЕОДНОЗНАЧНЫХ ФУНКЦИЙ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ.....	92
Корнеева А.А., Чернова С.С., Шишкина А.В.	
МЕХАНИЗМ КОМПЛЕКСНОГО ОЦЕНИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ОБОБЩЕНИЯ ОЦЕНОК ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	98
Порядина В.Л., Лихачева Т.Г., Аксенова Ю.С.	
О МЕХАНИЗМЕ ПИЛОТНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ERP-СИСТЕМЫ.....	103
Митьков В.В., Зимин В.В.	
СИТУАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТАКТОВ РАБОТЫ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ СТАЛЕПРОВОЛОЧНОГО ЦЕХА.....	108
Мусатова А.И., Кулаков С.М.	
О СПОСОБАХ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРОЙ.....	114
Грачев А.В.	
АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОИСКА ПОЛНОГО МНОГООБРАЗИЯ ВАРИАНТОВ СОСТАВА КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ НА НОМЕНКЛАТУРУ ЗВЕНЬЕВ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАР.....	117
Степанов А.В.	
ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПРИ РАЗРАБОТКЕ И МОДЕЛИРОВАНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОКАТКИ.....	120
Шилов В.А., Куделин С.П., Инатович Ю.В., Бондин А.Р.	
ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ КЛАСТЕРОМ.....	127
Иванова Е.В.	