



III ПРОМЫШЛЕННАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

УДК 65.012.011.56:622.33

© П.Ю. Филатов, П.В. Кулигин, Р.Г. Соснин, 2017

П.Ю. ФИЛАТОВ

заведующий лабораторией
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: p.filatov@nc-vostnii.ru



П.В. КУЛИГИН

техник
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: mrsavl@yandex.ru



Р.Г. СОСНИН

зам. ген. директора по общим вопросам
АО «НЦ ВостНИИ», г. Кемерово
e-mail: r.sosnin@nc-vostnii.ru



МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ (МФСБ): ОТ КОНЦЕПЦИИ К РЕАЛИЗАЦИИ

Устойчивая тенденция перехода горных работ на большие глубины и их интенсификация с помощью современного высокопроизводительного оборудования ведет к осложнению геологических и горнотехнических условий и вызывает рост динамических проявлений различной физической природы, в том числе, в катастрофической форме. Для повышения безопасности горных работ возникает необходимость контроля все большего числа параметров техногенного изменения горного массива и технологических процессов горного предприятия, что ведет к росту сложности контроля ведения проходческих, очистных и вспомогательных работ и, как следствие, – к снижению управляемости горным предприятием в целом. Возникает необходимость перехода на более высокий уровень безопасности ведения горных работ, который может быть достигнут путем внедрения многофункциональной системы безопасности горного предприятия (МФСБ).

МФСБ в первую очередь нацелена на обеспечение заданного уровня безопасности (допустимого уровня риска) при эффективном управлении подземным угледобывающим предприятием.

Ключевые слова: УГОЛЬНАЯ ШАХТА, КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ

Угольная шахта – это многомерный природный и техногенный объект прогноза, контроля и управления, в котором выделяются:

- наземные сооружения: шахты и горные выработки с вмещающим горным массивом;
- шахтная атмосфера и процессы энерго- и массопереноса в ней;
- технические и технологические системы;
- технические и технологические средства;
- персонал.

Большая глубина разработки и сложные горно-геологические условия требуют оперативного управления технологическими процессами на основе использования информации о параметрах технологических процессов, состоянии массива горных пород и различных видах опасностей в угольной промышленности. Производители систем безопасности для решения этих проблем разрабатывают множество различных систем, используемых на шахтах в настоящее время. Однако они не всегда обеспечивают требуемый в текущих реалиях контроль над общим состоянием производственного процесса [1] в связи с тем, что их аппаратный и программный комплекс имеет авторское исполнение, располагает авторским интерфейсом взаимодействия с пользователем, имеет уникальные протоколы передачи данных взаимодействия с оборудованием и в крайне редких случаях предусматривает отдачу данных внешним источникам. Имея даже 8 автоматизированных систем управления и контроля, горный диспетчер, в обязанности которого входит контроль за всеми технологическими процессами, не получает однородности отображения информации, отображения сообщений системы, объединенных в единый интерфейс, физически не всегда способен справиться с данной задачей на должном уровне, и, как следствие, могут остаться без внимания как потенциально критически важные данные, так и тенденции, способные привести к аварийным ситуациям.

Главная проблема автоматизированных систем управления технологическими про-

цессами (АСУТП), используемых на шахтах в данный момент, заключается в отсутствии видимости данных другой системы, из-за чего ее информация не принимается во внимание при формировании сообщений. В связи с этим анализ данных происходит только в рамках одной системы, либо систем одного производителя, не принимая в расчет данных других систем, что не даёт возможности объективно оценивать состояние производственных процессов, а так же прогнозировать возможное возникновение опасных ситуаций. Работа по расследованию происшествий является очень трудоемкой, так как требует зачастую в ручном режиме анализировать и накладывать данные с различных систем на конкретный отрезок времени, что влечет за собой сложность при дальнейшем прогнозировании аналогичных ситуаций. Схожая проблема возникает при развертывании полноценного централизованного удаленного мониторинга, ведь требуется развернуть у удаленного диспетчера тот же программный комплекс, что и на каждом конкретном предприятии, для которого будет осуществляться мониторинг. Тогда возможность визуальной аналитики осложняется из-за слишком большого объема представленных данных.

МФСБ – взаимосвязанный комплекс технических, технологических, инженерных и информационных систем, производственных мероприятий и персонала, которые реализуют проектные решения и обеспечивают снижение уровня риска, обусловленного горно-геологическими условиями и производственными планами шахты, до допустимого.

Функции подсистем МФСБ ограничены в части автоматического принятия решения (раздел концепции: «МФСБ – требования и функции» [2]). Поэтому организационная часть является наиболее важным элементом МФСБ. Для функционирования МФСБ на предприятии требуется человек-оператор. Объекты контроля и управления распределены по всей шахте, поэтому система безопасности требует централизации. Опасные изменения в одном месте шахты могут вызвать аварийную ситуацию в другом, в связи с чем

анализ информации, исходящей из отдельных подсистем, должен производиться совместно с анализом информации, поступающей из других подсистем (Схема 1).



Схема 1 – Общая структурная схема МФСБ

Задачи МФСБ:

1. противодействие появлению условий возникновения аварии:

- выявление и прогнозирование тенденций и признаков опасных ситуаций, состояний и явлений;

- контроль соответствия параметров технологического процесса (ТП) заданным значениям в нормальном режиме работы горного предприятия;

- обнаружение несоответствия проектных решений заданным горно-геологическим условиям и фактическим параметрам ТП;

- контроль шахтной атмосферы и горного массива по видам опасностей аэрологического и техногенного характера;

- предоставление информации в нормальных (штатных), предаварийных, аварийных режимах лицам, принимающим решения технологического и производственного характера;

- постоянная готовность средств и систем противоаварийного управления и защиты, защиты от вредного воздействия аварии, спасения;

2. предотвращение / предупреждение происшествий:

- противоаварийное управление и защита;

3. уменьшение ущерба от аварии / снижение негативного воздействия:

- применение систем защиты людей, оборудования и сооружений при аварии;

- безопасность ведения аварийно-спасательных работ.

В данный момент АО «НЦ ВостНИИ» в рамках договора по внедрению системы МФСБ совместно с ОАО «РУК» ведет работы по созданию программного обеспечения с целью внедрения на шахте «Ерунаковская-VIII» единого информационного комплекса, реализующего часть концепции МФСБ.

Шахта «Ерунаковская-VIII», как и любая другая шахта, имеет большое количество систем безопасности, которые требуется контролировать круглосуточно – реагировать на сообщения о происшествиях, отказах и различные информационные сообщения. Из-за различий интерфейсов систем безопасности затруднительно комплексно оценивать состояние безопасности в шахте.

Наша задача на данном этапе разработки – создать базис для последующего развития системы в области общего хранилища данных для их последующей обработки, удаленного мониторинга, системы прогнозирования происшествий.

Для этого в МФСБ требуется собирать

Таблица 1 – Примеры систем безопасности

Наименование системы	Количество опрашиваемых значений
Система аэрогазового контроля	Свыше 800
Система энергоуправления	Около 650
Система позиционирования	Свыше 600
Противопожарная защита	Около 200
Система вентиляции	Свыше 600

Таким образом, для контроля состояния систем АСУТП требуется считывать и сохранять более трех тысяч значений одновременно. Соответственно вся информация, получаемая и обрабатываемая каждой отдельной системой, не может быть обработана другими системами.

Так же сложность реализации МФСБ заключается в том, что системы безопасности спроектированы и созданы как полностью автономные, изолированные и самодостаточные экосистемы. Системы сбора, хранения и доступа к данным, как правило, различны от

данные с порядка 20 систем от различных производителей. Каждая из них располагает огромным банком данных по сигналам с аналоговых и цифровых датчиков, а так же имеет служебную информацию по работе системы. В таблице 1 приведены лишь некоторые из систем безопасности.

системы к системе. Так что в подавляющем большинстве случаев для каждой системы требуется индивидуальный подход.

На данный момент ВостНИИ совместно с ООО «МРС-Р»:

- разработали структуру хранения и запроса данных;
- на базе программного комплекса «МСБ FlexCom» разработали интуитивно понятный, визуальный, web-ориентированный интерфейс, отображающий интегральную оценку состояния локальных систем автоматизации (рисунок 1);

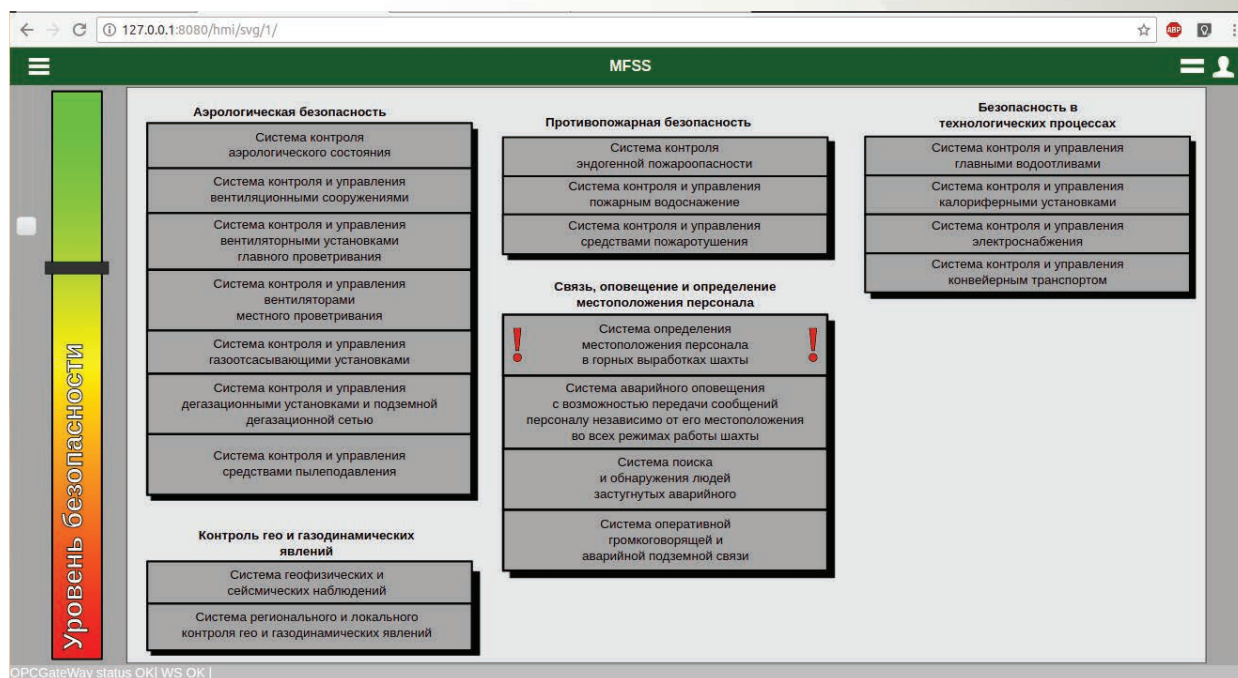


Рисунок 1 – Web-интерфейс отображения состояний с информационным сообщением

– определили и типизировали аварийные события по каждой системе автоматизации (рисунк 2);

Период с: 22.04.2017 00:00:00 по 24.04.2017 14:00:00

Поиск: Авари

▲	Начало	Тип события	Система	Событие	Завершение
+	24.04.2017 13:51:26	Авария	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	"Объект" не обеспечен системой аварийного оповещения персонала Зона: 10.3.1	24.04.2017 13:54:16
+	24.04.2017 13:51:26	Авария	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	"Объект" не обеспечен системой аварийного оповещения персонала Зона: 10.3.2	24.04.2017 13:54:33
+	24.04.2017 13:51:26	Авария	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	"Объект" не обеспечен системой аварийного оповещения персонала Зона: 10.4.15	24.04.2017 13:54:33
+	24.04.2017 13:51:33	Авария	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	"Объект" не обеспечен системой аварийного оповещения персонала Зона: 10.3.3	24.04.2017 13:54:33
+	24.04.2017 13:51:33	Авария	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	"Объект" не обеспечен системой аварийного оповещения персонала Зона: 10.3.5	24.04.2017 13:54:33
+	24.04.2017 13:51:33	Авария	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	"Объект" не обеспечен системой аварийного оповещения персонала Зона: 10.3.6	24.04.2017 13:54:33
+	24.04.2017 13:51:33	Авария	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	"Объект" не обеспечен системой аварийного оповещения персонала Зона: 10.3.7	24.04.2017 13:54:33
+	24.04.2017 13:51:33	Авария	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	"Объект" не обеспечен системой аварийного оповещения персонала Зона: 10.3.11	24.04.2017 13:54:33
+	24.04.2017 13:51:33	Авария	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	"Объект" не обеспечен системой аварийного оповещения персонала Зона: 10.4.6	24.04.2017 13:54:33

Рисунок 2 – Выборка аварийных сообщений

– определили регламент действий диспетчера при возникновении аварийных событий и механизмы их контроля и учета (рисунок 3).

Период с: 22.04.2017 00:00:00 по 25.04.2017 00:00:00

Поиск: _____

Начало	Тип события	Система	Событие	Заверш
24.04.2017 14:12:23	Предупреждение	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	Местоположение персонала на "Объекте" не контролируется Зона: 20.1.9	---
24.04.2017 14:12:23	Авария	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	"Объект" не обслуживает системы аварийного оповещения персонала Зона: 20.1.9	---

Статус	Регламент	Выполнено
<input checked="" type="checkbox"/>	Направить дежурного электрослесаря для выяснения причин события. Определение мер по его устранению.	24.04.2017 15:29:1
<input checked="" type="checkbox"/>	Сообщить о событии, его причине и принятых мерах руководству.	24.04.2017 15:29:1
<input type="checkbox"/>	Вызвать при необходимости главного механика, главного инженера	
<input type="checkbox"/>	Контролировать результаты мероприятий по устранению причины события.	

24.04.2017 14:12:23	Предупреждение	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	Отказ системы радиосвязи Зона: 20.1.12	---
24.04.2017 14:12:23	Предупреждение	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	Местоположение персонала на "Объекте" не контролируется Зона: 20.1.12	---
24.04.2017 14:12:23	Авария	Связь, оповещение и определение местоположения персонала	"Объект" не обслуживает системы аварийного оповещения персонала Зона: 20.1.12	---

Рисунок 3 – Отображение аварийного сообщения с регламентом действий диспетчера

Сейчас наши специалисты занимаются интеграцией систем АСУТП в программный комплекс, разрабатывая рычаги взаимодействия различных систем контроля технологических процессов, чтобы для сбора и последующего использования данных рассчитывать обобщенный показатель состояния отдельной системы и общего состояния безопасности на предприятии.

Вывод

В конечном итоге мы получаем не только систему с простым понятным интерфейсом, который позволяет использовать удаленный контроль за состоянием предприятия с выводом критически важной информации, но и централизованный, структурированный и полностью документированный банк данных, позво-

ляющий обрабатывать хранимую информацию для дальнейшего более глубокого анализа.

Это делает возможным дальнейшее развитие системы в различных направлениях:

- Создание различных графических интерфейсов, позволяющих контролировать отдельно взятые системы АСУТП, обеспечивающие требуемый интерфейс.
- Реализация удаленного мониторинга с контролем общего состояния предприятия, не перегруженного информацией.
- Создание системы прогнозирования и предупреждения упрощается за счет того что, данные располагаются в одном месте, и методы их выборки документированы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Об утверждении Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности: «Правила безопасности в угольных шахтах»: приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 19 нояб. 2013 г. № 550. URL: <http://docs.cntd.ru/document/499060050> (дата обращения: 18.09.2017).
2. Многофункциональная система безопасности (МФСБ) на подземных угледобывающих предприятиях // Концепция, Третья редакция. – ОАО «НЦ «ВостНИИ», 2014.

UDC 65.012.011.56:622.33

© P.Yu. Filatov, P.V. Kuligin, R.G. Sosnin, 2017

P.Yu. Filatov

Laboratory Head
JSC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: p.filatov@nc-vostnii.ru

R.G. Sosnin

Deputy Director General for General
Management
SC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: r.sosnin@nc-vostnii.ru

P.V. Kuligin

Technologist
SC «NC VostNII», Kemerovo
e-mail: mrsavl@yandex.ru

THE MULTIFUNCTIONAL SAFETY SYSTEM (MSS): FROM THE CONCEPT TO THE IMPLEMENTATION

The broad trend of increasing the depth of the mining development and its intensification by the modern efficient equipment leads to the geological and mining conditions complication and causes the increase of dynamic phenomena of variant physical nature, which includes accidents. The necessity of the control a large number of the rock massif technogenic changes parameters and mining enterprise technical processes arises for mining safety improving. It leads to the complication of control of development, coal-face and auxiliary works and, as a result, to the reduction of the mining enterprise control in general.

There is a need to progress to the higher level of mining safety, which can be achieved by the multifunctional mining safety system implementation (MSS).

MSS is primarily aimed at providing a target safety level (acceptable level of risk) with effective management of the underground coal mining enterprise.

Key words: COAL MINE, TECHNICAL PROCESSES CONTROL, MULTIFUNCTIONAL SAFETY SYSTEM

REFERENCES

1. Ob utverzhdenii Federalnyh norm i pravil v oblasti promyshlennoj bezopasnosti: «Pravila bezopasnosti v ugolnyh shakhtakh»: prikaz Federalnoj sluzhby po jekologicheskomu, tehnologicheskomu i atomnomu nadzoru ot 19 nojab. 2013. № 550 (Safety Rules in the Coal Mines. Order of Federal Service for Environmental, Technological, and Nuclear Supervision 19.11.2013 № 550). URL: <http://docs.cntd.ru/document/499060050> (accessed date: 18.09.2017).

2. Mnogofunkcional'naja sistema bezopasnosti (MFSB) na podzemnyh ugledobyvajushhih predpriyatijah (The multifunctional safety system (MSS) for underground coal-mining enterprises) // Koncepcija, Tret'ja redakcija. JSC «NC «VostNII», 2014.