Министерство науки и высшего образования 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

ООО «Объединённая компания Сибшахтострой»

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

AS’ 2019

ТРУДЫ XII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

(с международным участием)

Новокузнецк
2019

УДК 658.011.56
С 409

Редакционная коллегия

д.т.н., профессор С.М. Кулаков,
д.т.н., профессор Л.П. Мышляев

С 409 Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. AS'2019: труды XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) / Мин-во науки и высшего образования РФ, Сиб. гос. индустр. ун-т [и др.]; под общ. ред.: С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2019. - 376 с.: ил.

ISBN 978-5-7806-0536-2

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.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ОК «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк),
ООО «АТЭСКО Сибирь» (г. Новосибирск),
ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»
(г. Новокузнецк)

ISBN 978-5-7806-0536-2

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2019

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКОЙ ООО «ШАХТА №12»

Шипунов М.В.[1], Грачев В.В.[2], Ивушкин К.А.[3], Файрушин Ш.А.[4], Мышляев Л.П.[1], Макаров Г.В.[2]

[1]ООО «Научно-исследовательский центр систем управления», г. Новокузнецк
[2]Сибирский государственный индустриальный университет, г. Новокузнецк
[3]ООО «Объединенная компания «Сибшахтострой», г. Новокузнецк
[4]ЗАО «Стройсервис», г. Кемерово

Шахта № 12 (г. Киселевск, Кемеровская область) – старейшее из действующих угледобывающих предприятий России. С 1917 года ведет разработку участка недр юго-восточной части Киселевского каменноугольного месторождения. С угольного предприятия зародился рабочий поселок, ставший городом Киселевском.

В 2013 году было принято решение о развитии направления открытых горных работ и прекращении сверхкатегорийной опасной подземной добычи. Годовой уровень добычи угля марок К и Т - более 730 тыс. тонн.

В настоящее ведется строительство новой современной обогатительной фабрики (ОФ) ООО «Шахта № 12» производственной мощностью переработки рядовых углей 4 млн тонн в год.

Среди основных проектных и технологических решений ОФ ООО «Шахта № 12» можно отметить [1-2]:

–применение методов обогащения углей, дающих низкую энергоемкость производства;

–оптимальное сочетание отечественного и зарубежного оборудования с его объединением в эффективную и высоконадежную структуру;

–гибкость технологической схемы, обеспечивающая возможность изменения структуры объекта, выбора и реализации рациональных схем и режимов процесса обогащения;

–экологичность и безопасность всего производства, достигаемые применением закрытых складов рядовых углей и концентратов, замкнутого цикла оборота воды, исключением традиционных процессов сушки концентрата;

–высокий уровень автоматизации агрегатов, технологических процессов и в целом всего производства с применением современных программно-технических средств.

Основная цель создания системы автоматизации управления (САУ) ОФ ООО «Шахта № 12» – повышение эффективности управления технологическим комплексом и, вследствие этого, улучшение технико-экономических показателей его функционирования:

− снижение удельных затрат на производство и увеличения выхода годного продукта;

− повышение качества товарной продукции.

Достижение поставленной цели обеспечивается по следующим направлениям:

1) автоматизация информационных и управляющих функций при решении задач:

− оперативного формирования и анализа информации об изменениях режимов функционирования и состоянии технологических процессов, агрегатов и оборудования, потреблении электрической и тепловой энергии;

− оперативной согласованной коррекции заданий на режимные параметры технологических процессов;

− оперативной реализации управляющих решений и регулирования технологических параметров;

− контроля, учета и анализа нарушений технологической и производственной дисциплины, эффективности управления;

2) повышение надежности системы автоматизации управления технологическим комплексом, оперативности и качества контроля и управления за счет:

− применения современных технических средств, методов и алгоритмов автоматического контроля, анализа, диагностики состояния и управления технологическими процессами

и оборудованием;

− комплексного и детального отображения информации о состоянии оборудования и агрегатов, изменениях технологических параметров, действий оперативного персонала в системе;

− использования в качестве технической базы на нижнем уровне системы современных микропроцессорных контроллеров, обладающих высокой надежностью, большими сроками наработки на отказ, простотой замены вышедших из строя элементов, расширения технической структуры, модификации математического и программного обеспечения;

− минимизации количества малонадежных электромеханических устройств в локальных системах логического контроля и управления отдельными механизмами и агрегатами.

Укрупненная функциональная структура объединенного автоматизированного технологического комплекса ОФ ООО ОФ «Шахта №12» изображена на рисунке 1. В ее состав входят следующие основные системы:

1) система автоматизации управления погрузочно-складским комплексом (САУ ПСК) ОФ ООО «Шахта № 12», включающая:

систему централизованного сбора, обработки и хранения информации;

систему инженерного сопровождения ПСК;

автоматизированную систему оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ) комплексом котельной;

АСОДУ комплексом погрузки;

АСОДУ насосной станцией;

САУ комплексами котельной, погрузки, складом углей;

локальные САУ очистных сооружений, насосной станцией;

2) система автоматизации управления обогатительной фабрикой ООО «Шахта № 12», включающая:

систему централизованного сбора, обработки и хранения информации ОФ;

систему управления производственными процессами;

систему инженерного сопровождения ОФ;

АСОДУ технологическим комплексом обогатительной фабрики (АСОДУ ТК ОФ);

САУ складом рядового угля;

САУ углеприемом;

САУ главным корпусом ОФ;

САУ сушильно-топочным отделением;

САУ вагоноопрокидывателем.

Интеграция существующей САУ ПСК и проектируемой САУ ТК ОФ и создание объединенного автоматизированного технологического комплекса ОФ обеспечивается путем [3-5]:

- создания единого информационного пространства в системе централизованного сбора, обработки и хранения информации и в автоматизированной системе оперативно-диспетчерского управления технологическим комплексом фабрики, общей дисциплины визуализации данных и диспетчерского управления;

- включения в состав математического обеспечения САУ алгоритмов управления согласованием технологических режимов и взаимной блокировкой оборудования в точках сопряжения существующего погрузочно-складского комплекса и проектируемого технологического комплекса обогатительной фабрики;

- частичного использования программно-аппаратных средств САУ ПСК для реализации функциональных систем САУ ТК ОФ.

Схема укрупненной технической структуры САУ ОФ ООО «Шахта №12» представлена на рисунке 2. Аппаратная реализация системы выполнена на базе микропроцессорных программируемых контроллеров, серверов, дискового массива, персональных компьютеров, HMI-терминалов, ноутбука, принтера, коммутаторов и преобразователей интерфейсов.

Данный комплекс технических средств достаточен для выполнения всех автоматизированных функций. Технические средства САУ ОФ оснащены стандартными интерфейсами и протоколами обмена, что позволяет при необходимости «бесшовно» интегрировать их с другими системами.

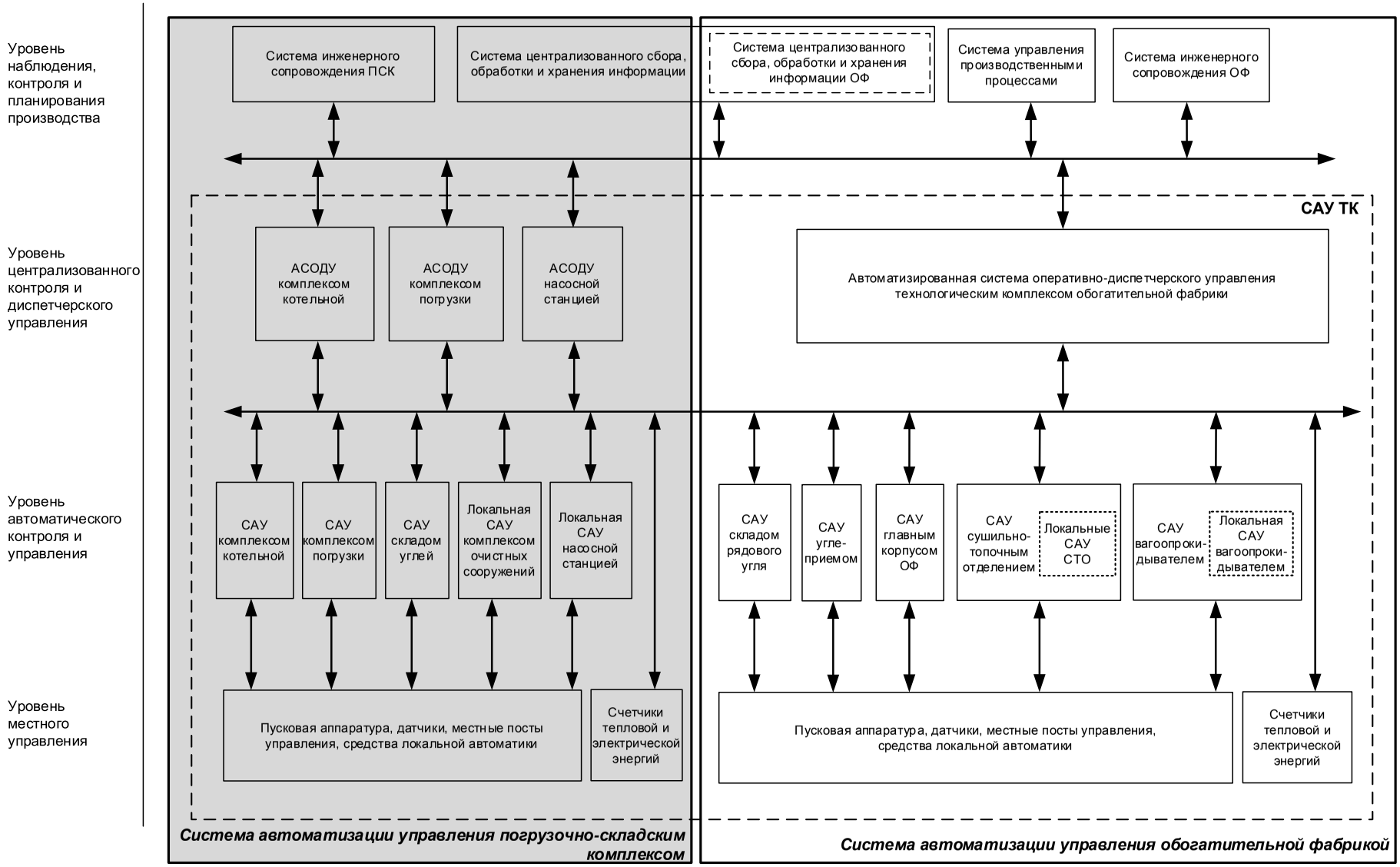

Рисунок 1 – Схема функциональной структуры объединенного автоматизированного промышленного комплекса ОФ «Шахта №12»

Аппаратная реализация систем верхнего уровня САУ ОФ выполнена на базе серверов, персональных компьютеров, ноутбука, принтера, дискового массива и коммутаторов корпорации Hewlett-Packard (США), HMI-терминалов корпорации Omron (Япония) и сетевого оборудования компании MOXA (Тайвань).

Система централизованного сбора, обработки и хранения информации состоит из двух физических серверов виртуализации (основного и резервного) и дискового массива. Каждый из серверов виртуализации реализован на базе сервера HP Proliant DL360G10 с двумя процессорами XEON. На каждом сервере расположены пять виртуальных машин:

–IAS1: основной сервер объектов Wonderware Application Server, основной сервер ввода-вывода Device Integration Server, Kepware OPC Server;

–IAS2: резервный сервер объектов Wonderware Application Server, резервный сервер ввода-вывода Device Integration Server, Kepware OPC Server;

–IDE: сервер разработки Wonderware Development Studio, программное обеспечение подготовки отчетности Dream Report;

–History: сервер предыстории Historian Server;

–GR: сервер лицензирования, хранилище проекта Galaxy Repository.

Для начальной настройки серверов ОФ используется консоль HP LCD 8500 и KVM-переключатель HPE 0 x 1 x 8 G3.

Дисковый массив реализован на базе HP MSA 1050 с жесткими дисками на 600 Gb, объединенными в RAID-массив для исключения потери информации в случае выхода из строя одного из накопителей. Основная функция дискового массива HP MSA 1050 – это повышение отказоустойчивости и гибкости системы.

При нормальном функционировании системы осуществляется функция миграции виртуальных серверов (IAS1, IAS2, IDE, History, GR) на дисковый массив. Поставщиком данных для АРМов является основной сервер виртуализации Srv1. В случае выхода из строя основного сервера виртуализации происходит автоматическая миграция его виртуальных машин на резервный сервер Srv2, находящийся в «горячем» резерве. Такой вариант резервирования обеспечивает повышенную отказоустойчивость системы и сохранность данных, исключая потерю производственной информации.

Система управления производственными процессами реализуется в виде АРМов специалистов инженерно-технической и планово-экономической служб фабрики.

АРМы специалистов реализуются на базе персональных компьютеров HP ProDesk 400 G5 SFF с 27” LCD-мониторами (всего 5 АРМов) и располагаются в АБК, в помещениях соответствующих специалистов инженерно-технической и планово-экономической служб фабрики.

Система инженерного сопровождения ОФ предназначена для инструментальной поддержки эксплуатации существующего и проектирования дополнительного информационного и программного обеспечения контроллеров, серверов, АРМов, HMI-терминалов операторов в процессе поиска рационального технологического регламента, наладки, последующего развития и модернизации САУ ОФ. Система представлена стационарным АРМом инженера (персональный компьютер), реализованным на базе HP ProDesk 600 G4 с 32” LCD-монитором и мобильным АРМом инженера (ноутбук), реализованным на базе HP 15-bs017ur с 15.6" LCD-экраном. АРМы инженера располагаются в АБК, в помещении АСУ ТП.

Автоматизированная система оперативно-диспетчерского управления технологическим комплексом ОФ представлена пультом диспетчера ОФ с двумя АРМами диспетчера ОФ (основным и резервным) и сетевым принтером, пультом оператора сушильно-топочного отделения с АРМом оператора СТО, а также пятью пультами управления ПУ10-ПУ14 операторов.

Пульт диспетчера ОФ реализуется на базе стандартного пульта фирмы «КонсЭрго» серии 200, на котором расположены два АРМа диспетчера ОФ (основной и резервный) и сетевой принтер, а также монтируется аппаратура для оперативно-диспетчерского контроля и управления. Пульт диспетчера ОФ располагается в помещении диспетчерской АБК.

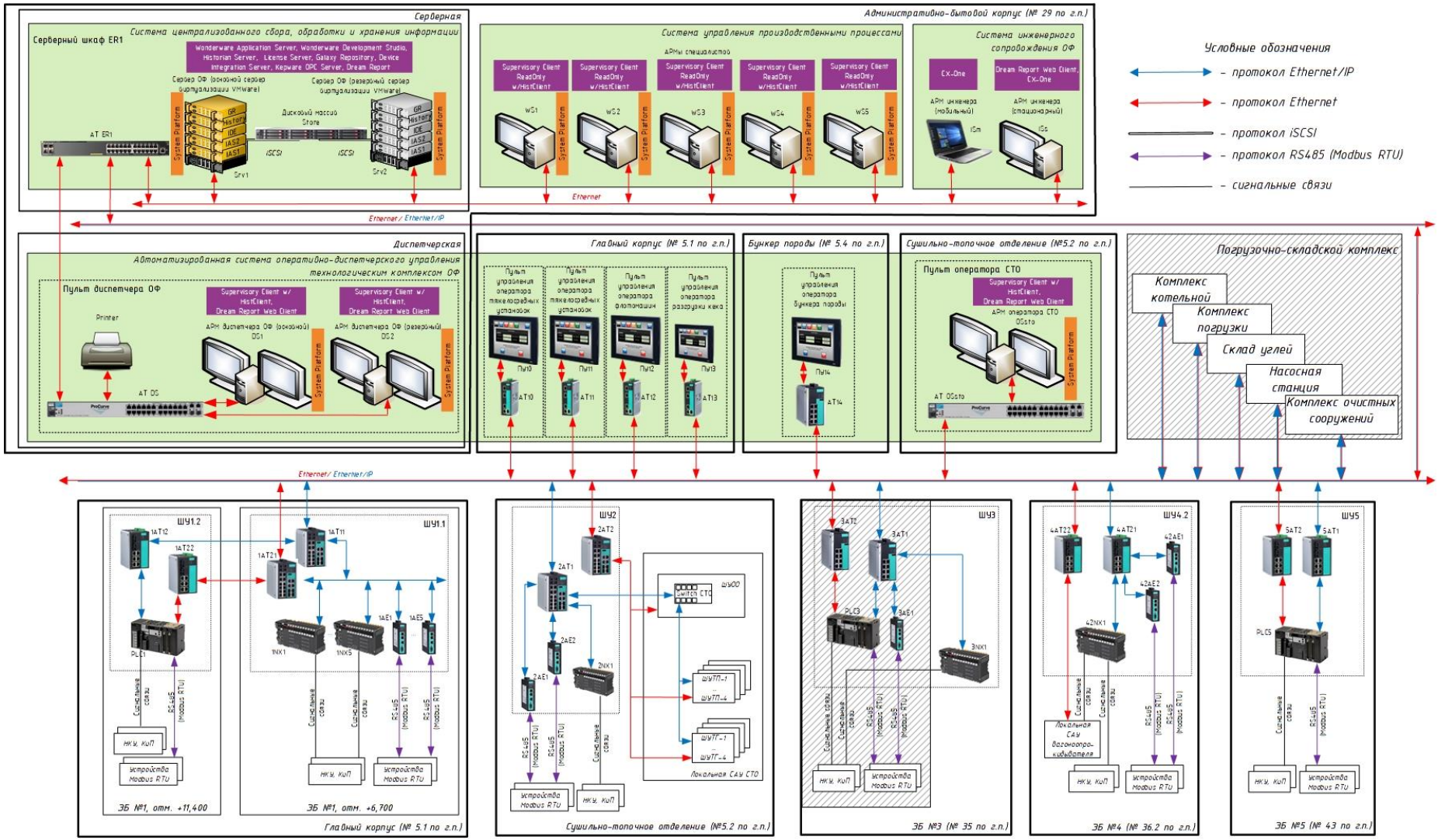

Рисунок 2 – Схема укрупненной технической структуры САУ ОФ ООО «Шахта №12»

Каждый из АРМов диспетчера реализован на базе персонального компьютера HP ProDesk 600 G4 с двумя 32” LCD-мониторами. В штатном режиме поставщиком производственных данных реального времени для АРМов диспетчера является виртуальный сервер IAS1 физического сервера ОФ. В случае выхода виртуального сервера IAS1 из строя происходит автоматическое переключение на резервный сервер IAS2, находящийся в «горячем» резерве, что исключает простои оборудования и потерю производственной информации. Переключение диспетчерских АРМов на резервный виртуальный сервер происходит без пауз и задержек. В случае выхода из строя основного АРМа диспетчера ОФ задействуется резервный, находящийся в «горячем» резерве.

Пульт оператора СТО реализуется на базе пульта компании Rittal и располагается в помещении оператора сушки. На пульте оператора СТО расположен АРМ оператора СТО, реализованный на базе персонального компьютера HP ProDesk 600 G4 с двумя 32” LCD-мониторами, а также монтируется аппаратура для оперативно-диспетчерского контроля и управления.

Пульты управления операторов реализованы на базе HMI-терминалов с сенсорными экранами компании Omron.

Пульты управления операторов тяжелосредных установок, флотомашин и бункера породы создаются на базе HMI-терминалов Omron серии NS с диагональю 15", устанавливаемых в герметичных пультах Rittal и размещаемых на соответствующих рабочих местах операторов.

Пульт управления оператора разгрузки кека создается на базе HMI-терминала Omron серии NS с диагональю 10", устанавливаемого в герметичном пульте Rittal, размещенном на соответствующем рабочем месте оператора.

Аппаратная реализация систем нижнего уровня САУ ОФ выполнена на базе контроллеров серии CJ2 корпорации Omron (Япония) и сетевого оборудования компании MOXA (Тайвань).

Функциональные возможности и технические характеристики этих контроллеров в полной мере соответствуют задачам их применения в САУ ОФ.

Системы нижнего уровня строятся с использованием контроллеров, связанных между собой с помощью информационной сети по протоколу Ethernet/IP, с переходом на оптоволоконный кабель для подключения контроллеров, расположенных в других распредпунктах.

Для подключения внешних устройств и автономных систем с интерфейсом RS485 (протокол Modbus) используются соответствующие коммуникационные модули Omron.

Обмен информацией между контроллерами, с устройствами, подключенными по RS485 к соответствующим коммуникационным модулям контроллера Omron, с АРМами, с серверами ОФ, с операторскими HMI-терминалами осуществляется посредством информационной сети по протоколам Ethernet и Ethernet/IP.

При исчерпании резерва каналов ввода/вывода контроллера CJ2 добавляется корзина удаленного ввода/вывода, организованная на базе модулей NX, и подключается к контроллеру посредством Ethernet/IP с помощью соответствующего коммуникационного модуля NX-EIC202.

В качестве базового программного обеспечения САУ ОФ ООО «Шахта №12» выбраны:

− пакет Wonderware System Platform компании Wonderware – структурного подразделения корпорации Schneider Electric (Франция);

− система виртуализации vSphere компании VMware (США);

− модульный OPC сервер Kepware OPC Server компании Kepware (США);

− программное обеспечение составления отчетов Dream Report компании Ocean Data Systems (Израиль);

− программное обеспечение CX-One для настройки, конфигурирования, программирования и отладки оборудования автоматизации компании Omron (Япония).

Базовое программное обеспечение САУ ОФ строится по модульному принципу, является максимально открытым и включает в себя следующие программные продукты:

− средства ввода-вывода данных (Device Integration Server, Kepware OPC Server);

− системная платформа (Wonderware System Platform);

− система виртуализации (VMware vSphere);

− средства архивации и хранения предыстории (Wonderware Historian Server);

− программное обеспечение для анализа данных и подготовки отчетности (Wonderware Historian Client, Dream Report);

− программное обеспечение сбора и обработки производственных данных (Wonderware Application Server);

− средства визуализации данных (Wonderware Supervisory Client);

− программное обеспечение разработки и сопровождения системы (Wonderware Development Studio, CX-One).

В системе управления ОФ ООО «Шахта №12» предусмотрены три режима управления технологической схемой:

– автоматическое управление (режим «Автомат» – основной режим, при котором автоматически реализуются все информационные и управляющие функции);

– дистанционное управление (режимы «Дистанция», «Локальный Дистанция»), при котором системой автоматически реализуются все информационные функции, но управление каждым агрегатом (включение/выключение) выполняется диспетчером;

– местное управление (режимы «Местный», «Локальный Местный» – вспомогательные, наладочные), при котором автоматически реализуются все информационные функции, а управление каждой отдельной позицией оборудования осуществляется по командам с местных постов управления.

Выбор режима управления технологическим комплексом «Автомат», «Дистанция», «Местный» осуществляется с помощью пульта управления диспетчера ОФ.

Проектирование САУ ОФ «Шахта №12» производится в очень сжатые сроки – 5-6 месяцев, при стандартном сроке проектирования в 9-12 месяцев. Это стало возможным, за счет параллельного, одновременного выполнения ряда проектных работ, применения типовых проектных решений и использования сред автоматизированного проектирования.

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

Библиографический список

1. Сазыкин Г.П. Проектирование и строительство углеобогатительных фабрик нового поколения/ Г.П. Сазыкин, Б.А. Синеокий, Л.П. Мышляев. – Новокузнецк: СибГИУ, 2003 – 126 с.

2. Мышляев Л.П. Автоматизация управления углеобогатительными фабриками / Л.П. Мышляев, С.Ф. Киселев, А.А. Ивушкин и др. – Новокузнецк: СибГИУ, 2003. – 304 с.

3. Грачев В.В. Особенности разработки информационного обеспечения систем автоматизации углеобогатительных 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.

4. 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.

5. Ляховец М.В. Модернизация автоматизированной системы управления технологическими процессами обогащения в условиях реконструкции обогатительной фабрики / М.В. Ляховец, К.Г. Венгер, Л.П. Мышляев, М.В. Шипунов, В.В. Грачев, Г.В. Макаров, М.Ю. Мелкозеров // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов: науч. журнал / Сиб. гос. индустр. ун-т; под общей ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2019. – №5 – С. 295 – 299.

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ ПРОГНОЗА СОДЕРЖАНИЯ КРЕМНИЯ В ЧУГУНЕ В ДОМЕННОЙ ПЕЧИ
Гурин И.А.,. Спирин Н.А, Истомин А.С., Куделин С.П., Щипанов К.А. **168**

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ МЕХАНИЗМА ПРИ ПОМОЩИ СПОСОБА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ, НА ПРИМЕРЕ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА
Аниканов Д.С., Кипервассер М.В. **172**

О ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ ГРУППОЙ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Жалнин Д.А. **176**

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТОКАРНЫМ СТАНКОМ ПО ТРЕМ ПАРАМЕТРАМ
Муслимов А.П., Елеукулов Е.О., АталыковаА.К. **179**

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА ВТКС
Скребнева Е.В., Новоселов А.В. 182

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКОЙ ООО «ШАХТА №12»
Шипунов М.В., ГрачевВ.В., ИвушкинК.А., ФайрушинШ.А., Мышляев Л.П., Макаров Г.В. **185**

АПРОБАЦИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДИАМЕТРА ДИАФРАГМЫ НА ОСНОВЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ
Казаков В.А., Вебер А.В. **192**

ГЕОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО ПРОИЗВОДСТВА
Кизилов С.А., Никитенко С.М., Никитенко М.С. **196**

СЕКЦИЯ 3 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ 201

УПРАВЛЕНИЕ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРУЮЩЕЙ МОДЕЛИ В ПЛК НА ПРИМЕРЕ УЧЕБНОГО СТЕНДА
Колодин А.А. **203**

ПРИМЕНЕНИЕ УЧЕБНОЙ ПАНЕЛИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА ПРЕДПРИЯТИЙ
Скребнева Е.В., Тюрин М.Н. **207**

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ И НИРС, СТИМУЛИРУЮЩАЯ РАЗВИТИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ
Рыбаков А.И., Кунинин П.Н. **209**

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА НА БАЗЕ ЧАСТОТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ALTIVAR
Кубарев В.А., Богдановская Т.В., Игнатенко О.А., Галлямова О.Р. **213**

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ И РЕГУЛИРОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ
Колмогоров А.Г., Григорьева Ю.Е. **217**

Научное издание

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ AS’ 2019

Труды XII Всероссийской научно-практической конференции
(с международным участием)
28-30 ноября 2019 г.

Под общей редакцией
д.т.н., проф. С.М. Кулакова,
д.т.н., проф. Л.П. Мышляева

Материалы докладов изданы в авторской редакции.

Подписано в печать 18.11.2019 г.
Формат бумаги 60x84 1/8. Бумага писчая. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 22,12. Уч.-изд. л 24,59. Тираж 300 экз. Заказ № 289

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.
Издательский центр СибГИУ