

ЛИТЕРАТУРА

1. Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности: информационно-аналитическая база данных: Справочник в 2-х т. – Казань: КГТУ, 2010. – Т1. – 506 с.
2. Synthesis and Characterization of Epoxidized Styrene–Butadiene Rubber/Silicon Dioxide Hybrid Materials / M.A. de Luca, T.E. Machado, R.B. Notti, M.M. Jacobi // Journal of Applied Polymer Science. – 2004. – № 92.– p. 798–803.
3. Эпоксидирование жидких каучуков и резиновой крошки перкислотами in situ /Л.В. Ермольчук, В.П. Бойко, В.К. Грищенко, Е.В. Лебедев // Вопросы химии и химической технологии. – 2008. – №5.– С. 53-58.
4. Chemical Modification of Polydienes in Latex Medium: Study of Epoxidation and Ring Opening of Oxiranes / D. Derouet, S.Mulder-Houdayer, J.C. Brosse // Journal of Applied Polymer Science. – 2005. – № 95.– P. 39–52.
5. Епоксидування натурального каучуку в середовищі вода – ксилол / Д.О. Шаповалов, В.В. Ведь, С.М. Зибайло, В.Л. Юшко // Вопросы химии и химической технологии. – 2014. – №3.– С. 89-93.
6. Совмещенный реакционно-разделительный процесс эпоксидирования отходов производства натурального каучука / Д.О. Шаповалов, С.Н. Зыбайло, В.Л. Юшко // Международная научно-техническая конференция «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2014» (Днепропетровск 14 февр.-28 марта. 2014 г.). – Днепропетровск: НГУ, 2014. – С.324.
7. Ниазашвили, Г.А. Адгезивы и клеевые композиции для крепления эластомеров к металлам в процессе вулканизации [Текст] /Г.А. Ниазашвили, О.В. Лакиза – М.: ЦНИИТ-Энефтехим, 1991. – 76 с.
8. Эбич, Ю.Р. Физико-химические аспекты формирования адгезионных металлополимерных систем [Текст] / Эбич, Ю.В. Емельянов, С.Н. Зыбайло //Геотехническая механика: Сб. научн. тр. – 2002. – Вып. 31. – С.193-200.

УДК 681.51

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫМИ
ФАБРИКАМИ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ¹****К.А. Ивушкин¹, М.В. Шипунов², В.В. Грачев³**

¹кандидат экономических наук, заместитель генерального директора, ООО «Объединенная компания «Сибшахтострой», г. Новокузнецк, Россия, [e-mail: info@oksshs.ru](mailto:info@oksshs.ru)

²начальник отдела систем управления производством, ООО «Научно-исследовательский центр систем управления», г. Новокузнецк, Россия, e-mail: mihail.shipunov@gmail.com

³кандидат технических наук, доцент кафедры автоматизации и информационных систем, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский государственный индустриальный университет», г. Новокузнецк, Россия, e-mail: vitaly.v.grachev@gmail.com

¹ Работа поддержана грантом РФФИ по проекту №15-07-01972

Аннотация. Рассмотрены вопросы проектирования современных систем автоматизации управления (САУ) углеобогащительными фабриками на примере фабрики «Калтанская-Энергетическая» (г. Калтан Кемеровской обл., Россия). Приводится описание функциональной и технической структуры САУ. Описано используемое базовое программное обеспечение, разработанное информационное обеспечение, а так же режимы функционирования САУ.

Ключевые слова: система автоматизации управления (САУ), функциональная структура САУ, техническая структура САУ, сервер предыстории, контроллер, программное обеспечение, информационное обеспечение, SCADA-система, мнемосхема.

AUTOMATED CONTROL SYSTEM OF NEW GENERATION COAL-PREPARATION PLANTS

Konstantine Ivushkin¹, Michael Shipunov², Vitaly Grachev³

¹Ph.D. in Economic Sciences, Deputy general director, United Company "Sibshakhtostroi" Ltd., City of Novokuznetsk, Russia, [e-mail: info@oksshs.ru](mailto:info@oksshs.ru)

²Head of Department of production control systems, Research Center of control systems Ltd., City of Novokuznetsk, Russia, e-mail: mihail.shipunov@gmail.com

³Ph.D. in Technical Sciences, Associate professor of automation and information systems Department, Siberian State Industrial University, City of Novokuznetsk, Russia, e-mail: vitaly.v.grachev@gmail.com

Abstract. The problems of design of modern automated control systems (ACS) of coal-preparation plants by the example of the factory "Kaltanskaya-Energeticheskaya" (City of Kal-tan, Kemerovo region, Russia) have been offered. The description of the functional and technical structures of the ACS have been identified. Used basic software, developed dataware, as well as the ACS operation modes have been described.

Keywords: automated control system (ACS), functional structure of the ACS, technical structure of the ACS, historical server, controller, software, dataware, SCADA-system, mnemonic scheme.

Введение. Начиная с конца 90-х годов XX века, при создании углеобогащительных фабрик Кузбасса стали разрабатываться и реализовываться принципиально новые решения, позволяющие говорить о начале создания фабрик нового поколения [1-3]. Среди основных проектных и технологических решений можно выделить:

- применение новых методов обогащения углей, дающих низкую энергоёмкость производства;
- рациональное сочетание отечественного и импортного оборудования с его объединением в эффективную и высоконадёжную 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.

Одной из первой современной системой автоматизации управления (САУ) углеобогатительной фабрикой (ОФ) была система, внедренная в 2001 году на ОФ «Антоновская» (г. Новокузнецк), которая послужила прототипом практически для всех последующих новых и реконструированных отечественных ОФ. САУ ОФ «Антоновская» была разработана Научно-исследовательским центром систем управления с участием Объединенной компании «Сибшхострой» и Сибирского государственного индустриального университета. Система автоматизации управления ОФ «Антоновская» была спроектирована как многоуровневая система, предназначенная для автоматизации управления производственным комплексом обогатительной фабрики, включая задачи:

- анализа и управления производством;
- оптимизации технологических режимов обогащения;
- контроля и управления технологическим комплексом обогатительной фабрики;
- локального и многосвязного регулирования технологических процессов подготовки и обогащения рядовых углей, складирования и погрузки концентрата;
- идентификации объектов управления и исследования, настройки алгоритмов управления технологическими и производственными процессами;
- инструментальной поддержки проектирования информационного и рабочего программного обеспечения в процессе модернизации и развития системы автоматизации.

Изменения в системах автоматизации управления ОФ до настоящего времени касались, как правило, технических средств и базового программного обеспечения при практически одном и том же методическом, функциональном, информационном и алгоритмическом обеспечении.

Цель и задачи. Основная цель создания САУ ОФ – это повышение эффективности управления технологическим комплексом и, вследствие этого, улучшение технико-экономических показателей его функционирования:

- снижение удельных затрат на производство и увеличения выхода годного;

- повышение качества товарной продукции.

Система автоматизации управления решает следующие задачи [4]:

- оперативного формирования и анализа информации об изменениях режимов функционирования и состояний 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;
- комплексного и детального отображения информации о состоянии оборудования и агрегатов, изменениях технологических параметров, о действиях оперативного персонала в системе.

Материал и результаты. Примером современной САУ может служить одна из последних созданных систем – САУ ОФ «Калтанская-Энергетическая» (г. Калтан Кемеровской области), внедренная в начале 2015 года.

Обогатительная фабрика «Калтанская-Энергетическая» состоит из следующих комплексов:

- комплекс приема, складирования и подготовки рядовых углей;
- комплекс обогащения рядового угля;
- комплекс складирования товарной продукции со зданием классификации, включающий укрытый склад товарной продукции, открытый склад товарной продукции, а также здание классификации;
- комплекс погрузки готовой продукции в ж/д вагоны.

В функциональной структуре САУ ОФ «Калтанская-Энергетическая», представленной на рисунке 1, выделяются четыре основные системы

- система централизованного сбора, обработки и хранения информации;
- система автоматизации управления производственными процессами обогатительной фабрики (САУП);
- система инженерного сопровождения;
- система автоматизации управления технологическим комплексом (САУ ТК), состоящей в свою очередь также из четырех систем
 - автоматизации оперативно-диспетчерского контроля и управления технологическим комплексом фабрики;
 - автоматизации управления технологическим комплексом углеподготовки;
 - автоматизации управления технологическим комплексом обогащения рядового угля;

- автоматизации управления технологическим комплексом погрузки.

Техническая структура САУ ОФ (рисунок 2) реализована как двухуровневая система, построенная на базе программируемых логических контроллеров (ПЛК), серверов, персональных компьютеров, HMI-терминалов и разнообразного коммуникационного оборудования.

Особенность обогатительной фабрики «Калтанская-Энергетическая» заключается в том, что технологический комплекс главного корпуса полностью укомплектован импортным оборудованием, а в качестве программно-аппаратных средств САУ использована продукция корпорации Schneider Electric (Франция) [5].

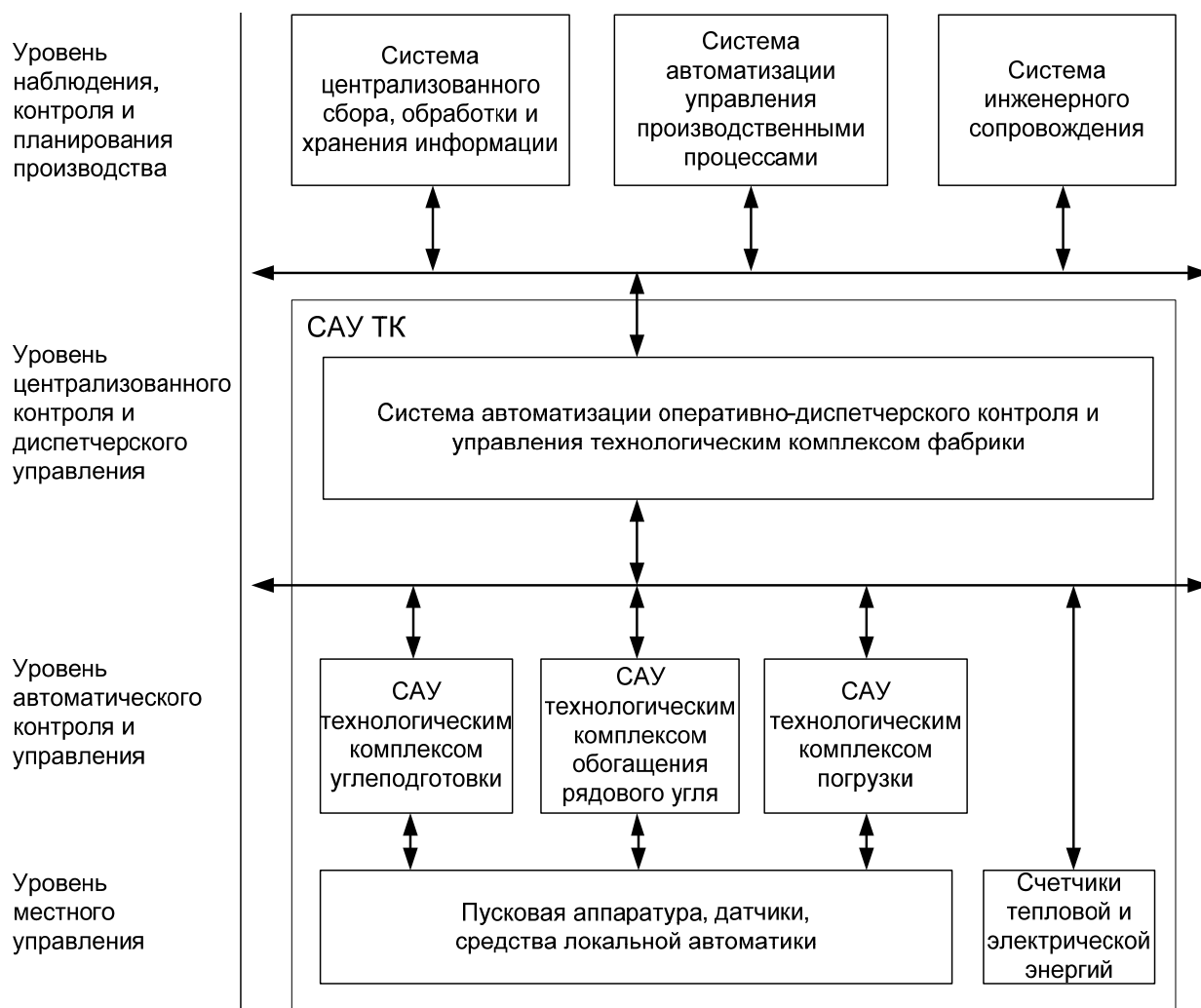


Рисунок 1 – Схема функциональной структуры САУ ТК ОФ «Калтанская-Энергетическая»

Для построения системы «нижнего» уровня САУ ОФ «Калтанская-Энергетическая» использовались ПЛК Modicon Quantum от Schneider Electric. Контроллеры Quantum, предлагая большой выбор процессоров, отлично подходят для сложных процессов, и их производительность обеспечивает:

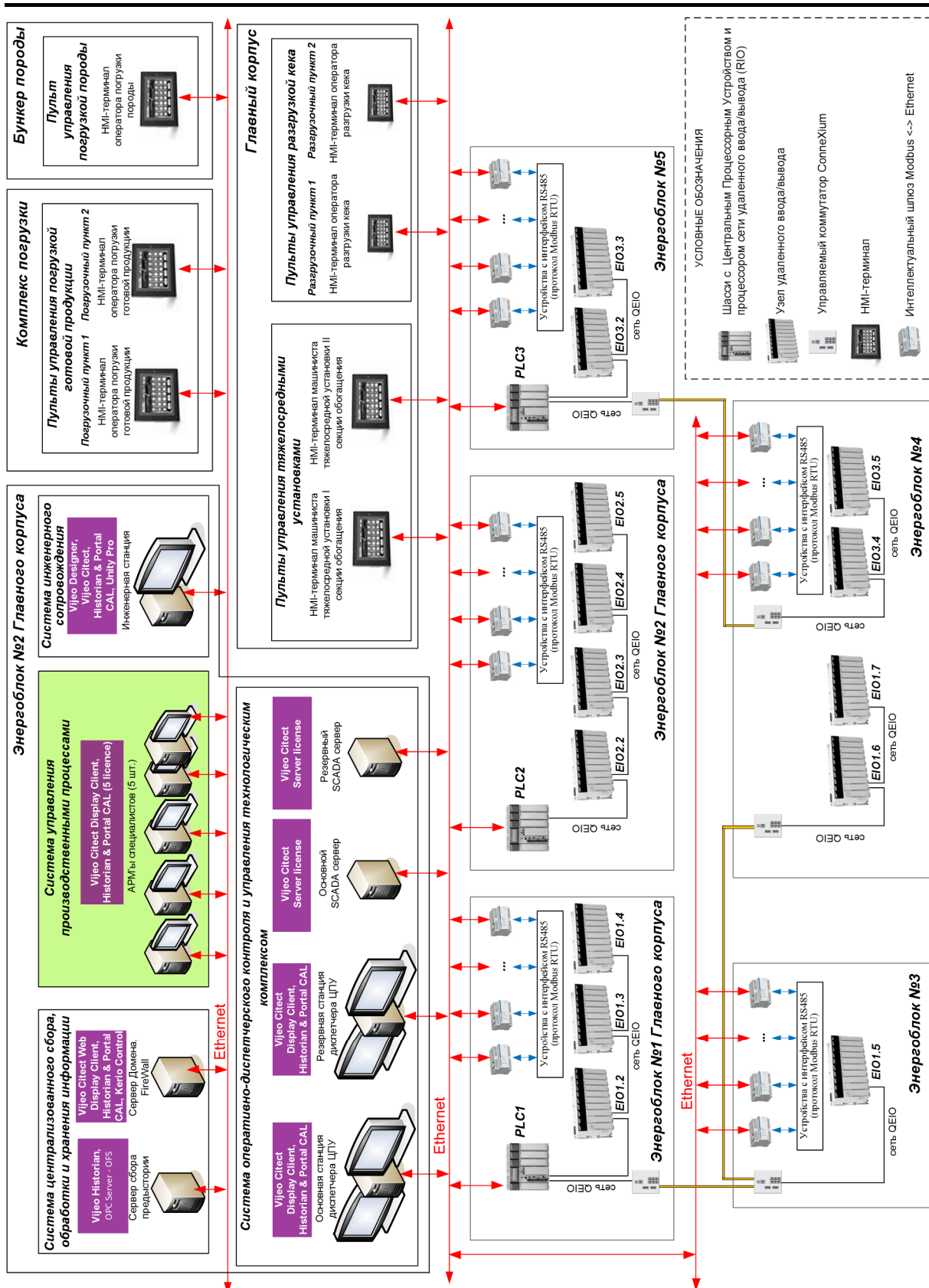


Рисунок 2 – У крупненная техническая структура САУ ОФ «Калганская-Энергетическая»

- оптимальное время циклов, объединяя еще больше возможностей обмена данными и диагностики, гибкость памяти и хранение данных;
- максимальную производительность при работе с логическими инструкциями и инструкциями с плавающей запятой [5].

– для построения системы «верхнего» уровня САУ ОФ «Калтанская-Энергетическая» был использован пакет прикладных программ Vijeo [6] Schneider Electric, в частности, следующие компоненты.

1. Серверы ввода-вывода (OPC Server – OFS), посредством которых собирается производственная информация из подсистемы «нижнего» уровня.

2. Сервер сбора предыстории Vijeo Historian. В нем аккумулируется информация о работе оборудования САУ ОФ, произошедших событиях, повлекших простой оборудования или создание аварийной ситуации, а также о действиях персонала. Информация, накопленная на сервере Vijeo Historian, обрабатывается и публикуется на портале в любом требуемом и удобном для восприятия виде: графиков, таблиц, диаграмм, текста. Доступ к такой информации возможен с рабочего места диспетчера, либо с рабочей станции АРМ специалиста.

3. Два SCADA-сервера Vijeo Citect Server (основной и резервный). Они осуществляют сбор и передачу данных реального времени на станции диспетчера и АРМы специалистов.

4. Средства визуализации данных Vijeo Citect Display Client.

5. Программное обеспечение для анализа данных и подготовки отчетности Vijeo Citect Historian & Portal CAL.

6. Программное обеспечение инженерной станции: Vijeo Citect, Vijeo Historian, Vijeo Designer и Unity Pro. Инженерная станция обеспечивает инструментальную поддержку изменений информационного и прикладного программного обеспечения САУ ОФ, а также решение задач производственно-исследовательского характера.

Информационное обеспечение СУ ОФ «Калтанская-Энергетическая» разработано с помощью SCADA-системы Vijeo Citect. На мониторе диспетчера ОФ средствами SCADA-системы представлена мнемосхема (рисунок 3), состоящей из верхней, основной и нижней областей. Верхняя область (фрагмент 1 рисунка 3) содержит панель инструментов для навигации, меню вызова дополнительных видеокадров и всплывающих окон, а также элементы авторизации пользователей и диагностики связи с контроллерами. В нижней области (фрагмент 3 рисунка 3) расположена панель тревог для отображения в реальном масштабе времени всех тревог и событий, сконфигурированных в системе.

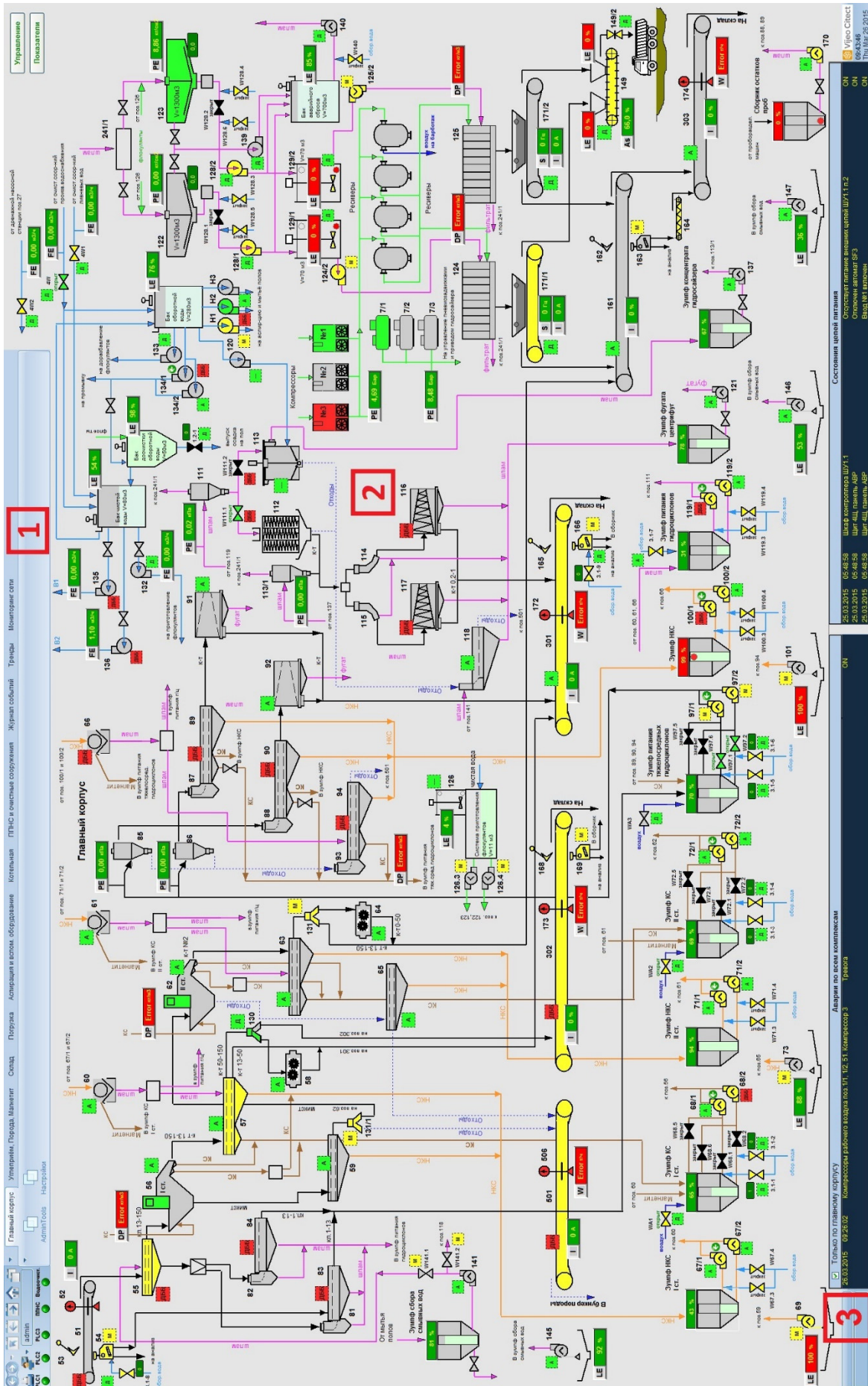


Рисунок 3 – Мнемосхема монитора диспетчера ОФ «Калтанская-Энергетическая»

В основную область (фрагмент 2 рисунка 3) первоначально (при загрузке системы) помещается основной видеокадр, отображающий технологическое оборудование, схему материальных потоков главного корпуса, а также кнопки «Управление» и «Показатели». При необходимости в основную область могут быть помещены следующие дополнительные видеокадры:

– «Углеприем, Порода, Магнетит», отображающий технологическое оборудование и схему материальных потоков комплексов углеприема и углеподготовки, бункера породы, склада магнетита;

– «Склад товарной продукции», отображающий технологическое оборудование и схему материальных потоков комплексов открытого и закрытого складов концентрата;

– «ППНС и очистные сооружения», отображающий технологическое оборудование и схему материальных потоков комплексов противопожарной насосной станции и очистных сооружений;

– «Тренды» для отображения в виде графиков изменение наиболее важных технологических переменных и данных сигналов тревог;

– «Журнал событий» для работы с текущими и архивными событиями и тревогами, зафиксированными в системе.

Обобщенное отображение информации о текущем состоянии любого агрегата комплекса осуществляется в соответствии с признаками, формируемыми в системе управления технологическим комплексом по результатам контроля, во-первых, посредством цветовой индикации мнемонического изображения этого агрегата, во-вторых, текстом в поле информационного табло всплывающего окна.

Детальная информация о текущем состоянии агрегата, причинах его неготовности или аварии дается в виде текстовых сообщений на всплывающих диагностических окнах. Текстовые сообщения (аварийные или предупреждающие признаки) выделяются черным цветом на фоне прочих сообщений, а пиктограмма слева от текста загорается красным для привлечения внимания диспетчера о нарушении работы оборудования.

В системе управления ОФ «Калтанская-Энергетическая» 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, расположенного возле рабочего места диспетчера.

ОФ «Калтанская-Энергетическая» отвечает самым современным экологическим требованиям. Для процесса обогащения угля вода берется не из реки или специальной скважины, а с разреза, где она образуется в процессе работ. Эта технологическая вода очищается и идет на производственные нужды. При этом на фабрике создан замкнутый цикл использования воды, то есть после обогащения угля она не выливается в шламонакопители, а снова возвращается в технологический процесс.

ОФ «Калтанская-Энергетическая» была построена за очень короткий срок – 14 месяцев, при стандартном сроке строительства в 3 года. Это стало возможным, за счет параллельного, одновременного выполнения таких работ как проектирование, заказ и поставка оборудования, строительство, монтаж оборудования, его пуско-наладка.

Вывод. САУ ОФ «Калтанская-Энергетическая» может служить прототипом для большинства проектируемых и реконструируемых углеобогачительных фабрик. Многие программно-технические решения с незначительными корректировками можно использовать для создания САУ предприятиями горной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сазыкин Г.П. Проектирование и строительство углеобогачительных фабрик нового поколения / Г.П. Сазыкин, Б.А. Синеокий, Л.П. Мышляев. – Новокузнецк: СибГИУ. – 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. Myshlyayev L.P. Algorithmization of Coal Dressing Process Control / L.P. Myshlyayev, A.A. Ivushkin, G.P. Sazykin, S.F. Kiselyov // XV International Coal Preparation Congress. – China, 2006.
4. Системы автоматизации на основе натурно-модельного подхода. Т.2. Системы автоматизации производственного назначения / Под. ред. Л.П. Мышляева. – Новокузнецк: Наука, 2006. – 483 с.
5. 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.

6. Шипунов М.В. Информационное обеспечение систем управления углебогатыми фабриками/ М.В. Шипунов, К.А. Ивушкин, В.В. Грачев, А.В. Циряпкина // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды IX Всероссийской научно-практической конференции. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2013. – С. 135-141.

УДК 519.281:622.341.11

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ АДАПТИВНОГО СГЛАЖИВАНИЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЖЕЛЕЗОРУДНОГО СЫРЬЯ

Н.И. Твердоступ

кандидат технических наук, доцент кафедры электронных вычислительных машин, Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: tnik72@mail.ru

Аннотация. Исследовано влияние экспоненциального сглаживания на погрешность результата измерения индуктивности параметрического датчика, расположенного на поверхности железорудного штуфа. Установлено, что сглаживание почти на порядок уменьшает погрешность результата измерения при мешающем влиянии неоднородности магнитного поля датчика.

Ключевые слова: экспоненциальное сглаживание, результат измерения, погрешность, индуктивный датчик, квазиосевая симметрия, железорудный штуф, неоднородность поля.

THE EFFECTIVENESS OF ADAPTIVE SMOOTHING TO IMPROVE THE ACCURACY QUALITY CONTROL IRON ORE

Nikolay Tverdostup

Ph.D. in engineering science, Associate Professor of Electronic Calculable Machines Department, Dnepropetrovsk National University of the name Olesya Gonchara, Dnepropetrovsk, Ukraine, e-mail: tnik72@mail.ru

Abstract. Influence of exponential smoothing on an error of result of measurement of inductance of the parametrical sensor located on a surface iron ore piece is investigated. It is established that smoothing almost much reduces an error of result of measurement at stirring influence of heterogeneity of a magnetic field of the sensor.

Keywords: exponential smoothing, the result of measurement, error, inductive sensor, quasi axial symmetry, iron ore, field inhomogeneity.

Введение. Железорудное сырье, как объект электромагнитного контроля, представляет собой среду с сильной анизотропией свойств, что суще-