**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**
**«Сибирский государственный индустриальный университет»**

**ООО «Объединённая компания Сибшахтострой»**

**АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс»**

**ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»**

**Кузбасский научный центр СО АИН им. А.М. Прохорова**

# СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ (в образовании, науке и производстве)

## AS' 2021

**ТРУДЫ XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

***(с международным участием)***

**2 – 3 декабря 2021 г.**

**Новокузнецк**
**2021**

**УДК 658.011.56**
**С 409**

Редакционная коллегия

д.т.н., профессор Н.А. Козырев, д.т.н., профессор С.М. Кулаков,
д.т.н., профессор Л.П. Мышляев, к.т.н. О.В. Михайлова, к.т.н.,
доцент В.А. Кубарев

**С 409** Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве) : AS'2021 : труды XIII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) 2–3 декабря 2021 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет [и др.] ; под общей ред.: С. М. Кулакова, Л. П. Мышляева. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2021. – 417 с. : ил.

ISBN 978-5-7806-0583-6

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.

**УДК 658.011.56**

**ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ**

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
ООО «Объединённая компания «Сибшахтострой» (г. Новокузнецк) ООО «Научно-исследовательский центр систем управления» (г. Новокузнецк)
ООО «ЕвразТехника» (г. Новокузнецк)
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс» (г. Кемерово) Журналы: «Известия вузов. Чёрная металлургия» (г. Москва, Новокузнецк), «Вестник СибГИУ» (г. Новокузнецк)

© Сибирский государственный индустриальный университет, 2021

# ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ОФ «ШАХТА №12» НА БАЗЕ ПАКЕТА AVEVA SYSTEM PLATFORM 2017

**Иванов Д. В., Мышляев Л.П., Кулюшин Г.А., Коровин Д.Е., Грачев В.В.**

*Научно-исследовательский центр систем управления, г. Новокузнецк, Россия*

***Аннотация.*** *Статья посвящена особенностям разработки и внедрения системы диспетчеризации ОФ «Шахта №12» на базе пакета Aveva System Platform 2017. Рассмотрен объектно-ориентированный подход при разработке системы диспетчеризации, включающий в себя два этапа: разработку логической и графической моделей. Описаны преимущества использования объектно-ориентированного подхода пакета ASP 2017 при разработке системы диспетчеризации ОФ «Шахта №12».*

***Ключевые слова:*** *система диспетчеризации, обогатительная фабрика (ОФ), Aveva System Platform 2017 (ASP 2017), объектно-ориентированный подход.*

***Abstract.*** *The article is devoted to the features of the development and implementation of the dispatching system of Mine No. 12 based on the Aveva System Platform 2017 package. An object-oriented approach to the development of a dispatching system is considered, which includes two stages: the development of logical and graphical models. The advantages of using the object-oriented approach of the ASP 2017 package in the development of the dispatching system of Mine No. 12 are described.*

***Keywords:*** *dispatching system, processing plant (PP), Aveva System Platform 2017 (ASP 2017), object-oriented approach.*

Система диспетчеризации обогатительной фабрики (ОФ) «Шахта №12» (г. Киселевск, Кемеровская область) реализована на основе пакета Aveva System Platform 2017 (ASP 2017) компании Aveva (Великобритания). Главным достоинством пакета ASP 2017 является возможность использования объектно-ориентированного подхода при разработке системы диспетчеризации. Данная особенность реализована за счет использования мастера объектов и встроенного графического редактора.

Каждый технологический агрегат в системе диспетчеризации, создаваемой на базе пакета ASP 2017, разрабатывается в два этапа: создание логической модели и создание графической модели.

На первом этапе разрабатывается логическая модель, включающая в себя атрибуты технологических объектов, скрипты, конфигурации алармов и трендов. Прорабатывается наследование от родительского объекта к дочернему в следующей иерархии: базовый шаблон, индивидуальные шаблоны и экземпляры объектов (рисунок 1) [1].

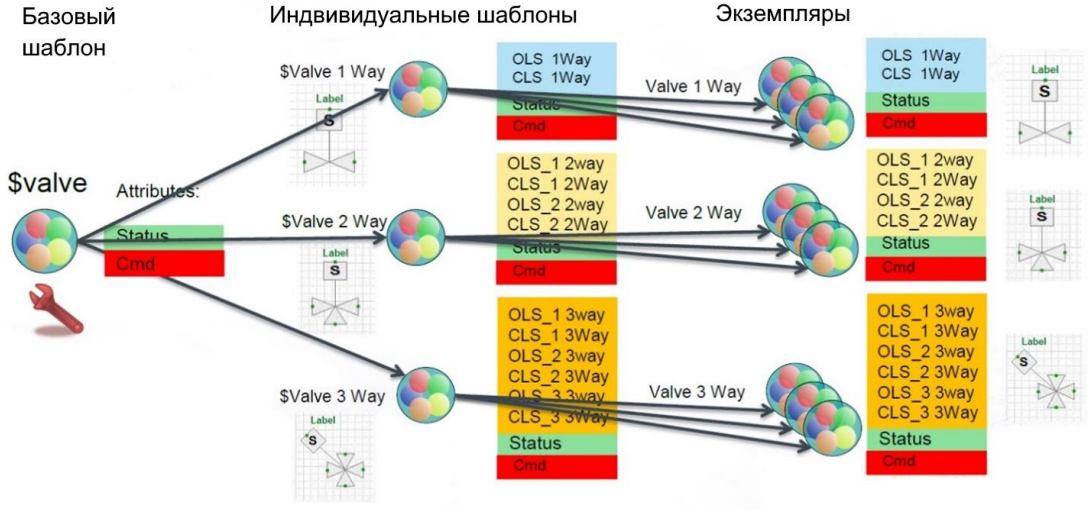


Рисунок 1 – Иерархия наследования объектов в пакете ASP 2017

Создание и конфигурирование логических моделей осуществляется с помощью среды ArchestrA IDE. Для всех технологических агрегатов создается базовый шаблон, в кото-

ром определены атрибуты и скрипты, наследуемые во всех объектах, создаваемых из данного шаблона. Далее для каждого вида агрегатов создается индивидуальный шаблон на основе базового. Каждый индивидуальный шаблон является мастером объектов, в котором есть возможность редактировать типы, ассоциации, атрибуты и символы (рисунок 2).

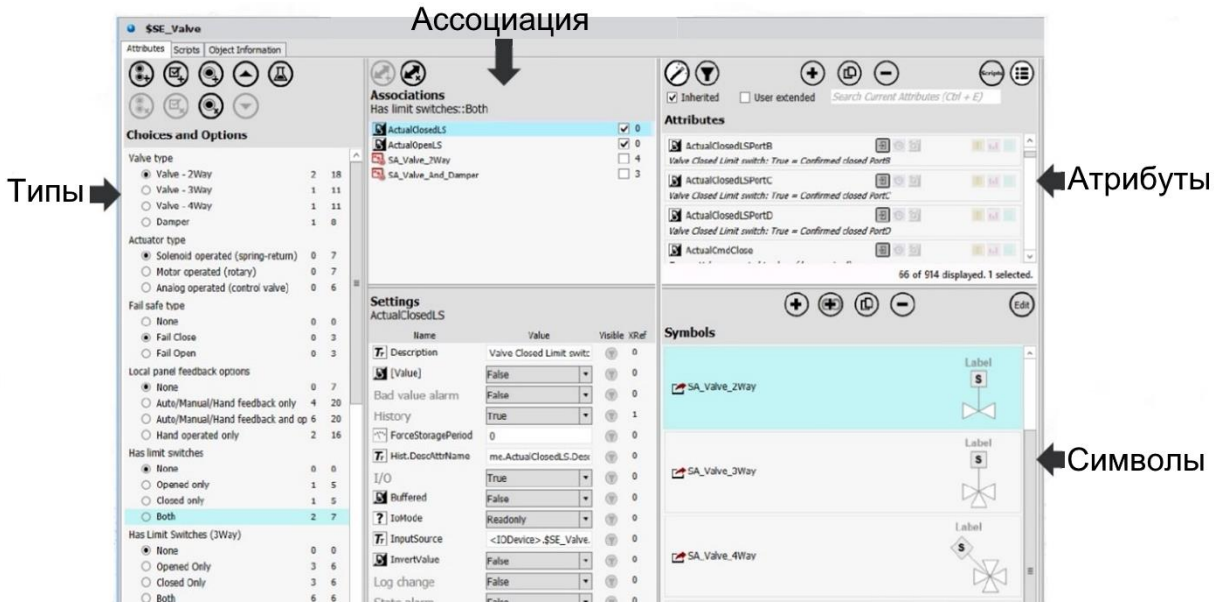


Рисунок 2 – Пример мастер-объекта

В терминологии ASP 2017, типы – это переключатели двух видов: выбор и опция, позволяющие сделать стандартизацию всех возможных комбинаций признаков. Ассоциация – это набор атрибутов, скриптов и символов, соответствующий каждому типу. Атрибуты – это набор признаков и команд каждого индивидуального шаблона. Символы – это графические представления агрегата. К ним относятся изображения на мнемосхеме и всплывающие диагностические окна.

В мастере объектов создаются все возможные атрибуты на первом родительском уровне. После этого с помощью типизации создаются кластеры с необходимыми ассоциациями.

Использование мастера объектов в качестве индивидуального шаблона имеет ряд преимуществ.

1. Стандартизация индивидуальных шаблонов путем интеграции всех возможных вариантов оборудования позволяет снизить количество объектов и наследуемых шаблонов.

2. Снижение количества уровней наследования упрощает редактирование и управлению моделью.

3. Мастер объектов позволяет сконфигурировать опции (набор атрибутов, графики и скриптов) для последующей сборки экземпляра из них.

4. Отсутствие избыточных атрибутов у экземпляров объектов ведет к повышению производительности.

На втором этапе разрабатывается графическая модель технологического агрегата, включающая в себя представления объектов на мнемосхеме и всплывающие диагностические окна агрегатов. Прорабатывается компоновка признаков на диагностических окнах, цветовые решения и логика ссылочной связи между логической и графической моделями [2].

Для каждого вида агрегатов создаются всплывающие диагностические окна. Использование индиректных переменных позволяет передавать в один шаблон диагностического окна не только значения конкретных атрибутов, но и их описание. Это позволяет сократить число создаваемых окон.

Разработка и внедрение прикладного программного обеспечения системы диспетчеризации ОФ «Шахта №12» на базе пакета ASP 2017 осуществлялось в несколько этапов.

На первом этапе был произведен анализ признаков и команд технологических агрегатов. Для примера на рисунке 3 представлены некоторые признаки конвейера поз. 201. На основании анализа были распределены атрибуты между базовым шаблоном и индивидуальными шаблонами агрегатов [3].

| **Конвейер поз. 201** | | |
|---|---|---|
| 1 | Состояние агрегата "Пуск" | K201_F141 |
| 2 | Состояние агрегата "Останов" | K201_F142 |
| 3 | Состояние агрегата "Работа" | K201_F15 |
| 4 | Состояние агрегата "Неготовность" | K201_F13 |
| 5 | Состояние агрегата "Авария" | K201_F16 |
| 6 | Слово режимов | K201_RU |
| 7 | Режим управления "Местный" | K201_RM |
| 8 | Режим управления "Дистанция без блокировок" | K201_RD |
| 9 | Режим управления "Дистанция с блокировками" | K201_RDB |
| 10 | Режим управления "Автомат" | K201_RA |
| **Аварийные признаки** | | |
| **Признаки формируются в других местах** | | |
| - | Нет связи с корзиной контроллера ШУ1.2, п.2 | SU12_ROUT2 |
| - | Нет напряжения на вводе 1 ШУ1.2 (KV1) | SU12_PWR1 |
| - | Нет напряжения на вводе 2 ШУ1.2 (KV1) | SU12_PWR2 |
| - | Отсутствует питание внешних цепей ШУ12, п.1 | SU12_DC1 |
| - | Отсутствует питание внешних цепей ШУ12, п.2 | SU12_DC2 |
| - | Нет напряжения на шинах щита 1Щ1 | SCH1_1_PWR |
| **1** | **Слово аварийных признаков 1** | **K201_FLT1** |
| 2 | Нет напряжения 24В (-FU1) | K201_FU |
| 3 | Сработала защитная автоматика (Щит 1Щ1: (-QF2, -SF1, -SF2, -SF3, -SF4, -SF5)) | K201_SFQF |
| 4 | Нажата кнопка «Стоп» (в начале линии) | K201_STOP1 |
| 5 | Нажата кнопка «Стоп» (в конце линии) | K201_STOP2 |

Рисунок 3 – Таблица признаков конвейера поз. 201

На втором этапе для всех агрегатов был создан базовый шаблон «$Agregat», в котором были прописаны базовые атрибуты, присутствующие во всех технологических агрегатах. К ним были отнесены: команды «Пуск» и «Стоп», текущее состояния агрегата, режим управления, количество моточасов, количество моточасов от сброса, позиция агрегата (рисунок 4). Для каждого атрибута был задано имя, описание, тип данных, возможности записи значений пользователем, обмена данными и сохранения истории значений атрибута.

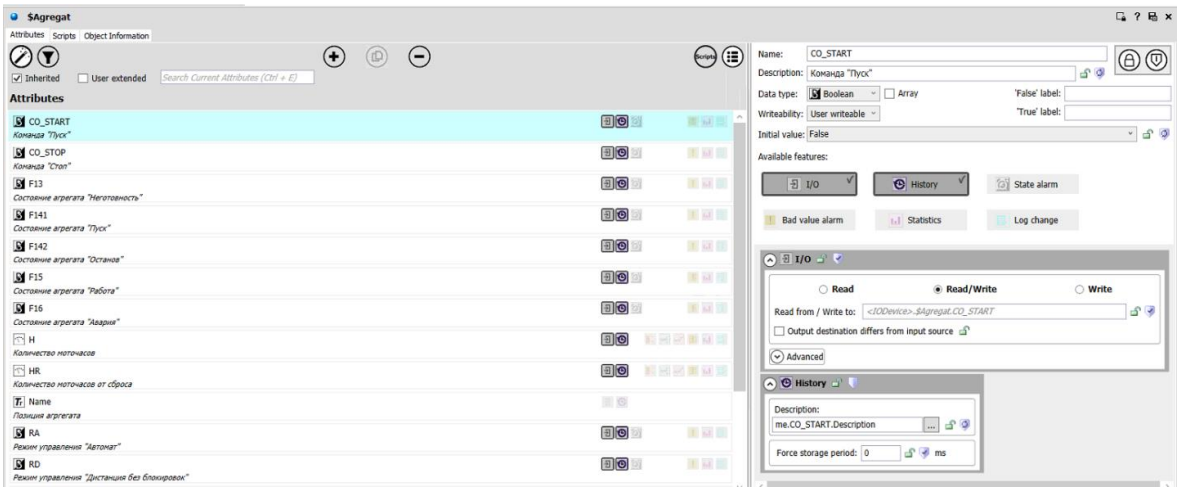


Рисунок 4 – Базовый шаблон «$Agregat»

Далее, на третьем этапе, для каждого вида технологических агрегатов был создан индивидуальный шаблон: для конвейеров – шаблон с именем «$K», для грохотов – «$GR», для насосов – «$N» и т. д. В них были прописаны атрибуты, соответствующие данным видам технологических агрегатов [4]. В рамках данной системы была произведена стандартизация экземпляров и типизация атрибутов в индивидуальных шаблонах. Рассмотрим данную типизацию на примере шаблона «конвейер» – «$K».

Для шаблона «конвейер» была произведена типизация по количеству значений атрибутов для одних признаков и типизация по наличию для других признаков (рисунок 5).

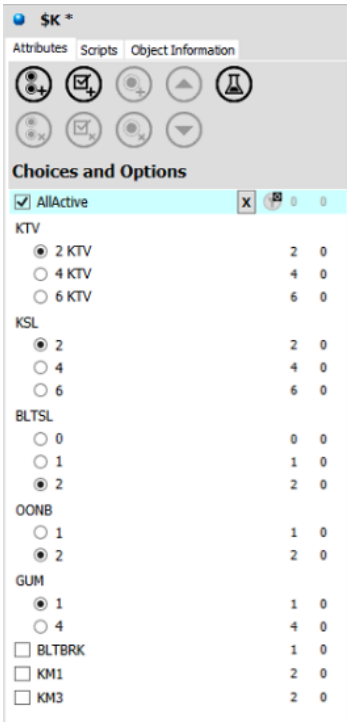


Рисунок 5 – Типизация шаблона «конвейер» – «$K»

Данные операции по типизации шаблонов были произведены для всех индивидуальных шаблонов технологических агрегатов.

На следующем этапе из индивидуальных шаблонов были созданы экземпляры объектов, наследующие атрибуты и скрипты из родительских шаблонов. В каждом экземпляре объекта с помощью меню выбора параметров осуществляется необходимая конфигурация атрибутов агрегата. Например, на рисунке 6 произведена конфигурация параметров для конвейера поз. 201.

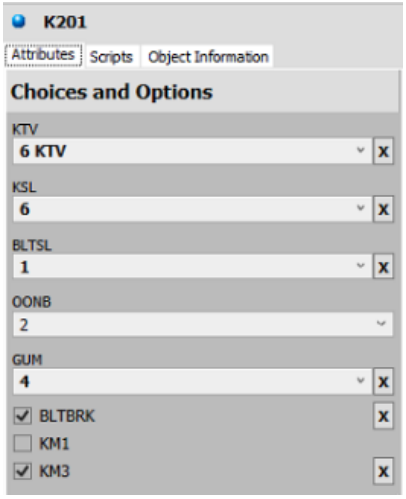


Рисунок 6 – Меню выбора параметров экземпляра агрегата

При разработке графической модели были созданы графические шаблоны всех технологических агрегатов различных видов. Для различных видов технологических агрегатов созданы разные мнемонические изображения. Пример соответствия мнемонических изображений технологических агрегатов разных видов одной логической модели представлен на примере грохота на рисунке 7.

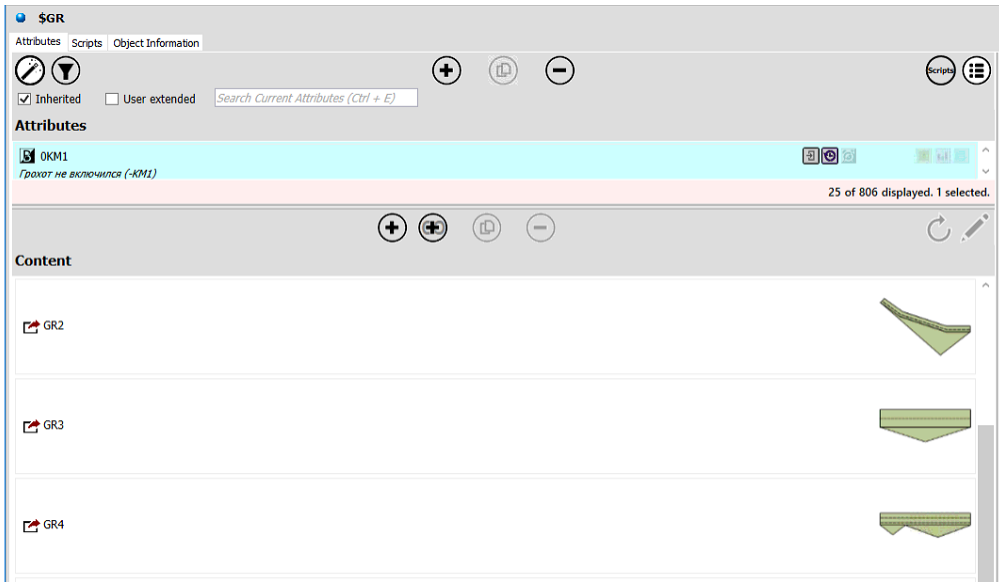


Рисунок 7 – Связь индивидуального шаблона с несколькими мнемоническими изображениями грохота

Достоинством пакета ASP 2017 является использование библиотеки стилей. Данное решение позволяет задавать параметры линий, свойства фона, цвет заливки мнемонического изображения, анимации объекта и использовать в дальнейшем данные параметры во всех экземплярах агрегатов проекта.

На заключительном этапе осуществляется анимирование мнемонических изображений агрегатов и всплывающих диагностических окон. Анимация реализуется с использованием индиректных переменных, передающих в шаблоны диагностических окон и мнемонических изображений агрегатов значения и описания конкретных атрибутов. Пример соответствия между состояниями агрегатов, цветами их мнемонических изображений и используемого стиля приведен в таблице 1. В качестве примера, в четвертом столбце таблицы 1 представлены мнемонические изображения конвейера при его различных состояниях.

Таблица 1 – Таблица соответствия состояния конвейера, цвета мнемонического изображения и используемого стиля

| Состояние агрегатов | Цвет мнемонического изображения | Используемый стиль | Мнемоническое изображение конвейера |
|---|---|---|---|
| Неготовность | Желтый | ColorN | |
| Работа | Ярко-зеленый | ColorR | |
| Пуск | Ярко-зеленый мигающий | ColorP | |
| Останов | Ярко-зеленый мигающий | ColorP | |
| Авария | Красный | ColorA | |
| Стоп | Серо-зеленый | ColorS | |

Использование объектно-ориентированного подхода в пакете Aveva System Platform 2017 позволило значительным образом сократить сроки разработки системы диспетчеризации ОФ «Шахта № 12» и упростить внесение изменений при её эксплуатации. Многие решения с незначительными корректировками возможно использовать для создания автоматизированных систем управления другими предприятиями отрасли горной промышленности.

Библиографический список

1. Иванов Д.В. Использование объектно-ориентированного подхода при разработке информационного обеспечения систем диспетчеризации углеобогатительных фабрик / Д.В. Иванов, М.В. Шипунов // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 77-й международной научно-технической конференции. Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2019. – Т.1. – С. 369.

2. Иванов Д.В. Совершенствование верхнего уровня системы автоматизации управления технологическим комплексом обогатительной фабрики/ Д.В. Иванов, Д.Е. Коровин // Наука и молодежь: научный журнал – СибГИУ. – Новокузнецк, 2018. – Вып. 22. – Ч. III. Технические науки. – С. 119 – 123.

3. Иванов Д. В. Объектно-ориентированный подход при создании системы сбора данных и визуализации конвейерного транспорта/ Иванов Д. В., Ляховец М.В., Коровин Д.Е. // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве AS'2019: Труды XII Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). – Новокузнецк. СибГИУ, 2019. – С. 163-165.

4. Грачев В.В. Информационное обеспечение автоматизированной системы управления технологическими процессами сушильно-топочного отделения обогатительной фабрики «Шахта №12» / В.В. Грачев, Л.П. Мышляев, Д.В. Иванов, Д.Е. Коровин, Г.А. Кулюшин // Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах: труды V Международной научно-практической / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет; под общей редакцией И.А. Рыбенко, Т.В. Киселевой. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2021. – С. 330 – 335.

## О КОРРЕКТНОСТИ РАСЧЕТА СОСТАВА И СВОЙСТВ КОНЕЧНОГО ШЛАКА В АРМ ТЕХНОЛОГА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

**Спирин Н.А., Гурин И.А., Лавров В.В., Щипанов К.А.**

*Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия, n.a.spirin@urfu.ru*

***Аннотация.*** *Выполнена оценка корректности расчета состава и свойств конечного шлака в АРМ технолога доменной печи. Оценка выполнена на основе расчета коэффициентов парной корреляции между фактическими показателями работы на отдельных выпусках доменной печи и показателями, рассчитанными по модели процесса. Коэффициент парной корреляции фактического и расчетного (по химическому составу загружаемых шихтовых материалов) содержания отдельных компонентов в конечном шлаке составил от 0,81 до 0,97.*

***Ключевые слова:*** *доменная печь, конечный шлак, оценка, диагностика, моделирование, программное обеспечение.*

***Abstract.*** *The estimation of the correctness of the calculation of the composition and properties of the final slag in the workstation of the blast furnace technologist software is carried out. The assessment was carried out on the basis of calculating the coefficients of pair correlation between the actual indicators of work on separate outlets of the blast furnace and the indicators calculated using the process model. The pairwise correlation coefficient of the actual and calculated (in terms of the chemical composition of the loaded charge materials) content of individual components in the final slag was from 0.81 to 0.97.*

***Keywords:*** *blast furnace, final slag, estimation, diagnostics, modeling, software.*

Шлаковый режим доменной плавки в существенной степени определяет важнейшие технико-экономические показатели доменной печи – удельный расход кокса и производительность [1-3]. Состав шлака, его удельный выход и свойства оказывают воздействие на газодинамические, тепловые и восстановительные процессы, протекающие в до-

КОМПЕНСАЦИЯ ЭФФЕКТА ЗАТЕНЕНИЯ БАШНИ ВЕТРОУСТАНОВОК СРЕДСТВАМИ ДВУХКОНТУРНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
**Чепига А.А., Юсеф А.** **69**

ОСОБЕННОСТИ УЧЕТА ЗАФИКСИРОВАННЫХ СОБЫТИЙ СИСТЕМ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПЕРСОНАЛА И ТРАНСПОРТА НА ШАХТАХ
**Койнов Р.С., Ляховец М.В., Комаров В.В., Гурьянов П.С.** **73**

РЕЗЕРВИРОВАНИЕ СЕРВЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ АСУТП ОФ «ШАХТА №12» НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ КЛАСТЕРА ВЫСОКОЙ ДОСТУПНОСТИ
**Кулюшин Г.А., Грачев В.В., Раскин М.В., Иванов Д.В., Макаров Г.В.** **78**

АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ БЛОЧНО-СИНХРОННОГО КЛЕТОЧНОГО АВТОМАТА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ГАЗОУГОЛЬНОМ РАСТВОРЕ
**Немцев А.Ю., Калашников С.Н.** **84**

ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ УЗЛА В СЕТЕВОЙ СТРУКТУРЕ
**Грачев А.В.** **90**

О КОНЦЕПЦИИ АВТОМАТИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ «INDUSTRIAL 4.0»
**Исаев Э.В., Михайлова О.В.** **93**

УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ АВТОМАТИЧЕСКОГО ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ ЗДАНИЯ
**Гусев С.С.** **97**

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ АНАЛИЗА И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ
**Кожевников А.А.** **106**

О РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНА РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ РАБОТ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ
**Ефимов Н.Ю.** **113**

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В СТРУКТУРНО НЕОДНОРОДНОМ ГЕОМАССИВЕ ПРИ ВЗАИМНОМ ВЛИЯНИИ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК
**Павлова Л.Д., Петрова О.А., Фрянов В.Н.** **116**

**СЕКЦИЯ 2 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ** **123**

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ ОФ «ШАХТА №12» НА БАЗЕ ПАКЕТА AVEVA SYSTEM PLATFORM 2017
**Иванов Д. В., Мышляев Л.П., Кулюшин Г.А., Коровин Д.Е., Грачев В.В.** **125**

О КОРРЕКТНОСТИ РАСЧЕТА СОСТАВА И СВОЙСТВ КОНЕЧНОГО ШЛАКА В АРМ ТЕХНОЛОГА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ
**Спирин Н.А., Гурин И.А., Лавров В.В., Щипанов К.А.** **130**

**Научное издание**

# СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ (в образовании, науке и производстве) AS’ 2021

**ТРУДЫ XIII ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

***(с международным участием)***

**2 – 3 декабря 2021 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 30.11.2021 г.
Формат бумаги 60х84 1/8. Бумага писчая. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 24,41. Уч.-изд. л 26,86. Тираж 300 экз. Заказ № 279

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, Кемеровская область – Кузбасс, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ