

**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 ; 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 вопро-
сам автоматизации управления технологическими процессами и пред-
приятиями, социально-экономическими системами, образованием и ис-
следованиями. Представлены результаты исследования, разработки и
внедрения методического, математического, программного, техниче-
ского и организационного обеспечения систем автоматизации и инфор-
мационно-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, аспиран-
тов 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

Заключение

АИС «Медиалогия Инцидент» позволяет обеспечивать оперативное реагирование на публикации в социальных сетях, вести мониторинг и анализ информации из СМИ и Соцмедиа. В Кузбассе данная система применяется в рамках реализации коммуникационной стратегии оперативного реагирования и предоставления «обратной связи» между органами исполнительной власти и жителями региона. В рамках проведенного анализа удалось установить недостаток в работе «Медиалогии Инцидент», а именно отсутствие модуля проверки ответов перед публикацией. Сейчас данная функция не автоматизирована, что увеличивает SLA ответа.

Библиографический список

1. Корпоративная wiki страница «Администрация города Волгодонск» [Электронный ресурс][Электронный ресурс]: Руководство пользователя — Режим доступа: <https://vlgd61.ru/> (дата обращения: 09.09.2021).
2. Портал «Медиалогия» [Электронный ресурс]: Продукты — Режим доступа: <https://www.mlg.ru/> (дата обращения: 09.09.2021).
3. Губанов, Д. А., Новиков, Д. А., Чхартишвили, А. Г. Модели влияния в социальных сетях (обзор) // Управление большими системами. - 2009. - № 27. - С 205-281.

ОЦЕНИВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТАЛИ В АГРЕГАТЕ КОВШ-ПЕЧЬ

Гизатулин Р.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия*

Аннотация. Разработана математическая модель для оценки процесса восстановления марганца из шлака при обработке металлического расплава на агрегате ковш-печь. Получены промышленные данные, подтверждающие возможность обеспечения достаточно высокого и стабильного извлечения марганца из шлака.

Ключевые слова: сталь, сероочистка, агрегат ковш-печь

Abstract. The mathematical model is designed for estimation of the process of the reconstruction manganese from slag when processing metallic melt on unit scoop-stove. They are received industrial data, confirming carry provision it is enough high and stable extraction manganese from slag.

Ключевые слова: steel, desulfurization, bucket-furnace unit

В современной металлургии большое внимание уделяется проблеме снижения расхода раскислителей и легирующих добавок путем разработки рациональных способов их введения в сталь с одновременным улучшением ее качества за счет снижения концентрации вредных примесей, а также повышения сквозного коэффициента использования легирующего элемента. Одним из путей решения этой проблемы является повышение извлечения легирующего элемента из шлака за счет интенсификации процессов восстановления при обработке расплавов на современных агрегатах ковш-печь, оборудованных различными системами для перемешивания металла и шлака.

При диффузионном режиме протекания реакции восстановления оксида диффузионный поток определяется известным уравнением

$$\Pi = \beta(C - C^*), \quad (1)$$

где β – коэффициент массопереноса, м/с;

C, C^* – концентрация вещества в объеме и на границе раздела фаз, моль/м³.

Коэффициент массопереноса β в соответствии с теорией обновления поверхности

[9] определяется из уравнения

$$\beta = \sqrt{\frac{4DU}{\pi l}}, \quad (2)$$

где D – коэффициент диффузии, $\text{м}^2/\text{с}$;

U – скорость конвективного потока, $\text{м}/\text{с}$;

l – характерный размер конвективного потока, м .

При расчете коэффициента массопереноса сделали два допущения:

1. Отношение скоростей потоков металла и шлака обратно пропорционально динамической вязкости

$$\frac{U_{\text{Me}}}{U_{\text{Шл}}} = \frac{\eta_{\text{Шл}}}{\eta_{\text{Me}}}, \quad (3)$$

где η_{Me} , $\eta_{\text{Шл}}$ – динамическая вязкость металла и шлака, $\text{Па}\cdot\text{с}$.

2. Отношение характерных размеров конвективных потоков металла и шлака прямо пропорционально отношению условных высот металла и шлака

$$\frac{l_{\text{Me}}}{l_{\text{Шл}}} = \frac{h_{\text{Me}}}{h_{\text{Шл}}} = \frac{m_{\text{Me}}\rho_{\text{Шл}}}{m_{\text{Шл}}\rho_{\text{Me}}}. \quad (4)$$

Принятые допущения позволяют учитывать существенные условия протекания процесса – вязкость шлака и его количество.

Скорость окисления кремния при введении на поверхность марганецсодержащего расплава для случаев лимитирования процесса диффузией кремния к поверхности раздела фаз металл/расплав и оксидов кремния и марганца в марганецсодержащем расплаве можно рассчитать по уравнениям

$$V_{\text{Si}} = -\frac{d[\% \text{Si}]}{d\tau} = \beta_{[\text{Si}]} \{ [\% \text{Si}] - [\text{Si}\%]^* \} \frac{S}{V_{\text{Шл}}}, \quad (7)$$

$$V_{\text{Si}} = \beta_{(\text{SiO}_2)} \frac{28}{60} \{ (\% \text{SiO}_2) - (\text{SiO}_2\%)^* \} \frac{S}{V_{\text{Шл}}}, \quad (8)$$

$$V_{\text{Mn}} = \beta_{(\text{MnO})} \frac{28}{142} \{ (\% \text{MnO}) - (\text{MnO}\%)^* \} \frac{S}{V_{\text{Шл}}}, \quad (9)$$

где $\beta_{[\text{Si}]}$, $\beta_{(\text{SiO}_2)}$, $\beta_{(\text{MnO})}$ – коэффициенты массопереноса, $\text{м}/\text{с}$;

$(\% \text{SiO}_2)$, $(\% \text{MnO})$ – концентрация SiO_2 и MnO в шлаке соответственно, $\text{масс.}\%$;

$[\% \text{Si}]$ – концентрация кремния в ферросилиции, $\text{масс.}\%$.

$(\% \text{SiO}_2)^*$, $(\% \text{MnO})^*$ – равновесные концентрации SiO_2 и MnO в шлаке соответственно, $\text{масс.}\%$;

$[\text{Si}]$ – концентрация кремния в ферросилиции, $\text{масс.}\%$;

$[\text{Si}]^*$ – равновесная концентрация кремния, $\text{масс.}\%$;

ρ – поверхность раздела фаз, м^2 ;

$V_{\text{Шл}}$ – объем шлака, м^3 .

Исходя из предположения о равновесии системы на границе раздела фаз равновесные значения концентраций кремния, марганца, SiO_2 , MnO определяются по константам равновесия.

Эта система уравнений решается совместно с уравнением константы равновесия методом последовательных приближений.

Время перемещения капель ферросилиция может быть определено из уравнения, с

$$\tau = \frac{H_{\text{шл}}}{\omega}, \quad (10)$$

где $H_{\text{шл}}$ – высота шлакового расплава, м;
 ω – скорость перемещения частиц, м/с.

Для оценки скорости перемещения жидких капель в шлаковом расплаве использовали формулу Рыбчинского-Адамара [1]

$$V_{\text{ж}} = \frac{2}{3} g \frac{\rho_{\text{ш}} - \rho_{\text{м}}}{\eta_{\text{ш}}} r^2 \frac{\eta_{\text{ш}} + \eta_{\text{м}}}{2\eta_{\text{ш}} + 3\eta_{\text{м}}}, \quad (11)$$

где $\eta_{\text{м}}$ – динамическая вязкость жидкой капли ферросилиция, Па·с;
 $\eta_{\text{ш}}$ – динамическая вязкость оксидного марганецсодержащего расплава, Па·с;
 r – радиус частиц металла, м;
 g – ускорение свободного падения, м/с;
 $\rho_{\text{м}}$ – плотность капли, кг/м³;
 $\rho_{\text{ш}}$ – плотность шлака, кг/м³.

Довосстановление оксидов марганца, находящихся в оксидном марганецсодержащем расплаве идет на границе сталь – оксидный расплав. В этом случае скорость окисления кремния может быть описана уравнением

$$V_{\text{Si}} = -\frac{d[\% \text{Si}]}{d\tau} = \beta_{[\text{Si}]} \{ [\% \text{Si}] - [\text{Si}]^* \} \frac{S}{V_{\text{шл}}}, \quad (12)$$

где $\beta_{[\text{Si}]}$ – коэффициент массопереноса кремния, м/с;
 $[\% \text{Si}]$ – концентрация кремния в стали, масс. %;
 $[\text{Si}]^*$ – равновесная концентрация кремния, масс. %.

Скорость растворения дисперсных частиц извести определяется законами конвективной диффузии [4, 7], в частности уравнением

$$\frac{d(\text{CaO})}{d\tau} = \beta_{(\text{CaO})} \{ (\text{CaO})_{\text{нас}} - (\text{CaO}) \} \frac{S}{V}, \quad (13)$$

где $(\text{CaO})_{\text{нас}}$ и (CaO) – концентрация оксида кальция в шлаке соответственно у поверхности кусков извести (концентрация насыщения) и в основной массе шлака;

S – суммарная поверхность кусков извести, м²;
 V – объем шлака, м³.

Суммарная поверхность для частиц сферической формы может быть выражена уравнением [7]

$$S = \frac{6M}{d\rho_{\text{тв.}}}, \quad (14)$$

где M – общая масса частиц, кг;
 $\rho_{\text{тв.}}$ – плотность частиц, кг/м³;
 d – диаметр частиц, м.

Для моделирования процесса перемешивания применена модель последовательно расположенных ванн [4]. Изменение во времени концентрации вещества C для последующих ванн выражается уравнением

$$\frac{\partial C_i}{\partial t} = \frac{Q}{V_m} (\rho_{i-1} C_{i-1} - \rho_i C_i) \bar{\beta}_i, \quad (15)$$

где ρ_i и ρ_{i-1} – плотность металла в i -ой и $i-1$ последовательной ванне, кг/м³;

Q – поток металла между ваннами, $\text{м}^3/\text{с}$;

V_m – объем одной ванны, м^3 ;

$\bar{\beta}_i$ – коэффициент массопереноса вещества через пограничный слой металл-шлак,

$\bar{\beta}_i = \beta_i \cdot P$ (где P – величина, численно характеризующая мощность перемешивание расплава), $\text{м}/\text{с}$.

Структурная схема модели представлена на рисунке 2.

Исходными данными для начала работы системы «Прямое легирование» служат:

– параметры состояния металла: масса на момент времени τ_1 , кг; температура, $^{\circ}\text{C}$, состав ($[\text{Mn}]$, $[\text{Si}]$), масс. %;

– параметры состояния шлака: масса окислительного шлака на момент времени τ_1 , кг; основность, единицы; состав ((MnO) , (SiO_2) , (CaO) , (MgO) , (Al_2O_3)), масс. %;

– состав марганцевой руды ((MnO) , (SiO_2) , (FeO) , (CaO) , (MgO) , (Al_2O_3) , ппп), масс. %, масса руды, кг;

– химический состав кокса: содержание углерода, масс.%; зольность; влага, летучие, масс. %;

– химический состав золы кокса, масс.%;

– параметры ферросилиция, вводимого в печь: химический состав, масс. %; масса, кг; размер куска, м;

– параметры футеровки: масса смываемой за плавку футеровки, кг; состав (MgO), масс. %;

– параметры извести: масса извести, кг; время полного растворения извести в шлаке, мин; состав извести ((MgO) , (SiO_2) , (CaO) , (Al_2O_3) , ППП), масс. %;

– параметры агрегата, диаметр ванны на уровне шлакового пояса, м, глубина ванны, м;

– дискретность выполнения расчетов, с.

Для доказательства адекватности модели провели опытные плавки на агрегате «ковш-печь» АО «ЕВРАЗ-ЗСМК». Плавление и окислительный период плавки проводили в соответствии с действующей в цехе технологической инструкцией. После выпуска плавки из печи ковш с металлом подавали на агрегат «ковш-печь», где производили присадку марганцево-рудных материалов разовыми порциями по 200 – 400 кг. Общий расход марганцевой руды определялся содержанием марганца в готовой стали. Сразу после расплавления марганцевой руды на поверхность оксидного расплава в районе дуг рассыпали коксовую мелочь. Расход коксовой мелочи зависел от расхода марганцево-рудных материалов: при расходе марганцево-рудных материалов в количестве 200 – 400 кг составлял 40 – 50 кг, а при расходе марганцево-рудных материалов 500 – 700 кг – 60 – 70 кг, при расходе марганцево-рудных материалов более 800 кг – 70 – 100 кг.

В ходе экспериментов контролировали химический состав стали путем отбора проб металла и шлака с хронометрированием всех технологических операций.

В качестве марганцевой составляющей использовали марганцевую руду, содержащую 47,25 % MnO , 1,69 % CaO , 23,14 % SiO_2 , 14,42 % FeO , 0,19 % MgO , 1,18 % Al_2O_3 , 0,07 % P , 5,46 % ппп.

Для повышения основности шлака использовали известь состава: 80 % CaO , 5 % SiO_2 , 3 % MgO , 2 % Al_2O_3 , ппп – 10 %.

Исходные данные каждой плавки были введены для расчета в программу «Прямое легирование». Результаты изменения содержания марганца и кремния по ходу некоторых плавов в отобранных пробах металла и содержание марганца и кремния, полученные расчетным путем для тех же контрольных точек по времени, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Изменение содержания марганца и кремния по ходу плавки при выплавке стали марки 25Г2С

№ плавки	№ * пробы	Опытные плавки		Расчетные данные		Невязка	
		Mn	Si	Mn	Si	Mn	Si
1	1	0,98	0,85	1,01	0,90	0,02	0,05
	2	1,11	0,75	1,15	0,70	0,04	0,04
	3	1,35	0,69	1,36	0,74	0,01	0,05
	4	1,45	0,66	1,46	0,70	0,01	0,04
	5	1,47	0,64	1,46	0,70	0,01	0,06
2	1	0,94	0,86	0,98	0,92	0,04	0,06
	2	1,07	0,77	1,12	0,80	0,05	0,03
	3	1,31	0,63	1,33	0,70	0,02	0,06
	4	1,39	0,61	1,41	0,68	0,02	0,07
	5	1,42	0,60	1,41	0,68	0,02	0,08
3	1	1,22	1,10	1,18	0,72	0,04	0,03
	2	1,29	0,89	1,25	0,82	0,04	0,07
	3	1,37	0,79	1,33	0,77	0,02	0,02
	4	1,47	0,70	1,48	0,75	0,01	0,05
	5	1,47	0,70	1,48	0,75	0,01	0,05
4	1	0,91	0,89	0,94	0,90	0,03	0,01
	2	1,10	0,81	1,12	0,82	0,02	0,01
	3	1,34	0,78	1,35	0,75	0,01	0,02
	4	1,37	0,64	1,42	0,72	0,05	0,08
	5	1,42	0,64	1,42	0,72	0,01	0,08

* - пробы 1, 2, 3, 4, 5 – рафинировочные, взятые через 10, 20, 30, 40 и 60 мин после при-
садки ферросилиция.

Невязка содержания для марганца равна 0,01 – 0,04 %, а для кремния 0,01 – 0,08 %. Относительная ошибка составляет 2 – 4 % для марганца, а для кремния – 6 – 8 %, что находится в допустимых пределах (не более 10 %).

Таким образом, можно сказать, что разработанная модель адекватно отражает основные особенности рассматриваемого процесса и позволяет спрогнозировать процесс прямого легирования стали с использованием оксидного марганецсодержащего сырья.

Библиографический список

1. Григорян В. А., Белянчиков Л. Н., Стомахин А. Я. Теоретические основы электросталеплавиельных процессов. М.: Металлургия, 1979, с. 115–120; с. 103–107.
2. Григорян В. А., Стомахин А. Я., Пономаренко А. Г. и др. Физико-химические расчеты электросталеплавиельных процессов. М.: Металлургия, 1989. 288 с.
3. Казачков Е. А. Расчеты по теории металлургических процессов. М.: Металлургия, 1988, с. 174–179; с. 209–219.
4. Маханьков А.В., Колпак В.П., Нохрина О.И. Расчет термодинамических характеристик системы $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{MnO}$. Изв. вузов. ЧМ. 2002. № 10. С. 3 – 5.
5. Меджибожский М.Я. Основы термодинамики и кинетики сталеплавиельных процессов Киев; Донецк: Вища шк. Головн. изд-во, 1986. 280 с.
6. Нохрина О.И., Наймушин В.В. Математическая модель восстановления марганца из расплава в печи // Наука и молодежь на рубеже тысячелетий. Новокузнецк, 2000. С. 142 - 143.
7. Нохрина О.И., Дмитриенко В.И., Наймушин В.В. Математическое моделирование процессов взаимодействия кремния с оксидным марганецсодержащим расплавом при прямом легировании стали. // Изв. вузов. ЧМ. 2004. № 4. С. 18 – 20.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	5
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ Мышляев Л.П., Ивушкин К.А.	7
ЦИФРОВИЗАЦИЯ СРЕДСТВ АНАЛИЗА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИТУАЦИЙ ДОМЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПАО «ММК» Спирин Н.А., Лавров В.В., Гурин И.А., Рыболовлев В.Ю., Краснобаев А.В., Шнайдер Д.А.	12
СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ ДИНАМИКОЙ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ Чичерин И.В., Федосенков Б.А.	19
ТЕХНОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ В УСЛОВИЯХ ОТКРЫТЫХ ГОРНЫХ РАБОТ Чичерин И.В., Федосенков Б.А.	25
ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРЕЦЕДЕНТОВ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДСТОЯЩЕЙ ПЛАВКОЙ СТАЛИ В КИСЛОРОДНОМ КОНВЕРТЕРЕ Кулаков С.М., Койнов Р.С., Тараборина Е.Н., Квашнин К.В.	31
СЕКЦИЯ 1 АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ И ПРАКТИКИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ	41
ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА С УПРАВЛЯЕМЫМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕМ В ЦЕПИ РОТОРА Островляничик В.Ю., Кубарев В.А., Маршев Д.А., Поползин И.Ю.	43
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ КЛАССИФИКАЦИИ ПРИ ОБОГАЩЕНИИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ С ПРИМЕНЕНИЕМ МРС-РЕГУЛЯТОРА Колодин А.А., Ёлшин В.В., Овсяков А.Е.	50
ОБ АЛГОРИТМАХ ИДЕНТИФИКАЦИИ МНОГОМЕРНЫМИ СТАТИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ Ликсонова Д.И., Медведев А.В.	54
СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ ИЗ ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ Никитенко М.С., Кизиллов С.А., Худоногов Д.Ю., Верховцев Д.О., Корец Д.М.	59
К ВОПРОСУ МОНИТОРИНГА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ РАССТАНОВКИ ЧЛЕНОВ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ГОРНОСПАСАТЕЛЬНЫХ КОМАНД НА ШАХТАХ Койнов Р.С., Ляховец М.В., Комаров В.В., Гурьянов П.С.	64

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

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ СОСТАВА И СВОЙСТВ КОНЕЧНОГО ШЛАКА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ Спирин Н.А., Гурин И.А., Лавров В.В., Щипанов К.А.	134
ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧИ ОЦЕНКИ СОСТАВА И ОБЪЕМА ГОРНОЙ МАССЫ В ПРОЦЕССЕ ВЫПУСКА ИЗ ПОДКРОВЕЛЬНОЙ ТОЛЩИ Кизилев С.А., Никитенко М.С., Никитенко С.М.	140
УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИЕЙ СТАЛЬНЫХ СВАРНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ ПО КРИТЕРИЮ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЙ СОВМЕСТИМОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ Веревкин В.И., Веревкин С.В.	146
ПРОГРАММНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ТЯЖЕЛОСРЕДНОГО ГИДРОЦИКЛОНА КАК КОМПОНЕНТА ЦИФРОВОГО ДВОЙНИКА ПРОИЗВОДСТВА Скударнова Н.В., Макаров Г.В., Свинцов М.М.	151
ОСОБЕННОСТИ ИНТЕГРАЦИИ ЛОКАЛЬНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В АСУТП ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ Загидулин И.Р., Саламатин А.С., Макаров Г.В., Коршунов С.Ю.	155
ОПТИМИЗАЦИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛИСТОПРОКАТНОГО ЦЕХА Фастыковский А.Р., Кадыков В.Н., Мусатова А.И.	159
ПРИНЦИПЫ ВЕЙВЛЕТ-УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССАМИ ДОЗИРОВАНИЯ В СМЕСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ Федосенков Д.Б., Сулимова А.А., Симикина А.А., Федосенков Б.А.	165
АЛГОРИТМИЗАЦИЯ СИТУАЦИОННОГО ОЦЕНИВАНИЯ НОРМАТИВНОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАКАЗОВ НА ПАРТИИ ПРОДУКЦИИ СТАЛЕПРОВОЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА Кулаков С.М., Мусатова А.И., Кадыков В.Н.	171
РАЗРАБОТКА НОРМАТИВНЫХ МОДЕЛЕЙ ТАКТОВ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ СТАЛЕПРОВОЛОЧНОГО КОМПЛЕКСА Кулаков С.М., Мусатова А.И., Кадыков В.Н.	178
РАЗРАБОТКА АСУТП НАГРЕВА ЗАГОТОВОК В НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ПЕЧАХ Сазонова Г.А., Темнохудов Д.Р., Куликов Е.С.	187
ЭЛЕМЕНТЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА АНОДНОЙ МЕДИ Лисиенко В.Г., Чесноков Ю.Н., Лаптева А.В.	191
РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ МЕХАНИЗМОВ НА ПРИМЕРЕ ГИДРОВОЗА КОКСОВОЙ БАТАРЕИ №1 АО «ЕВРАЗ ЗСМК» Бабушкин С.В., Клевцов С.А.	194
ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ SCADA-СИСТЕМЫ GENESIS64 В УСЛОВИЯХ ОФ ООО СП "БАРЗАССКОЕ ТОВАРИЩЕСТВО" Коровин Д.Е., Грачев В.В., Мышляев Л.П., Раскин М.В., Пургина М.В.	197

ИТЕРАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЯ И АЛГОРИТМ РАБОТЫ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ СИСТЕМЫ, КАК КОМПОНЕНТЫ «УМНОГО ДОМА»	
Гусев С.С.	202
РАЗРАБОТКА АСУТП ВОДОСБРОСОВ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ	
Темнохудов Д.Р., Куликов Е.С., Сазонова Г.А.	209
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОЧНО-ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМОЙ	
Исаев Э.В., Михайлова О.В.	214
ПОСТРОЕНИЕ АСУТП НА БАЗЕ КОНЦЕПЦИИ ИНДУСТРИАЛЬНОГО ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ	
Куликов Е.С., Сазонова Г.А., Темнохудов Д.Р.	220
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ ДЛЯ КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫМИ РИСКАМИ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	
Сергушин К. В.	224
РАЗРАБОТКА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА ШАХТНОЙ ВЕНТИЛЯЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГЛАВНОГО ПРОВЕТРИВАНИЯ	
Прищепа Я.И.	228
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ КОВКИ МОДЕЛЬНЫХ СПЛАВОВ СИСТЕМЫ АЛЮМИНИЙ-КРЕМНИЙ	
Прудников А.Н.	232
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭВАКУАЦИИ ЛЮДЕЙ ИЗ ЗДАНИЯ ПРИ НАСТУПЛЕНИИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ	
Гусев С.С.	238
СПОСОБЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ В ЭЛЕКТРОННО- ЛУЧЕВОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ПЛАВКИ ОСОБОЧИСТЫХ МЕТАЛЛОВ	
Авдеев М.К., Девярых Е.А.	246
СЕКЦИЯ 3 СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ УЧЕБНОГО И СОЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ	251
ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЙ	
Клеванский Н.Н., Красников А.А., Петрова Т.Ю.	253
ИНТЕРАКТИВНЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ МОДУЛИ ДЛЯ ПОРТАЛА НЕПРЕРЫВНОГО МЕДИЦИНСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
Жилина Н.М., Чеченин Г.И., Власенко А.Е., Сизикова И.Л., Климантова И.П., Захарова Е.В., Якушева О.Н.	260
ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА SCHNEIDER ELECTRIC	
Кубарев В.А., Аврангшоев А.Б., Кучик М.М., Сарсембин А.О., Галлямова О.Р.	263

НОРМИРОВАНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ РАБОТ В ЗАДАЧАХ СОСТАВЛЕНИЯ РАСПИСАНИЙ	
Пронин С.Ю., Добрынин А.С.	268
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ СКЛОННОСТИ К ПРОТИВОПРАВНОМУ ПОВЕДЕНИЮ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЁЖИ	
Киндяков А.А., Каган Е.С.	274
РАЗРАБОТКА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ПОРТАЛА НАУЧНОЙ БИБЛИОТЕКИ НФИ КЕМГУ	
Ткачева Е.А.	279
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АИС «ЭЛЕКТРОННАЯ ШКОЛА 2.0» ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ УЧРЕЖДЕНИЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ	
Федосов Н.В.	284
ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ	
Резниченко Д. В.	286
СЕКЦИЯ 4 ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ, ИССЛЕДОВАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИКИ	293
МЕТОДИКА И ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА ВЫБОРА И РАСЧЁТА СГЛАЖИВАЮЩИХ ФИЛЬТРОВ	
Гулевич Т.М., Брагин В.М., Макаров Г.В.	295
МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАДИЦИОННЫХ И ТЕСТОВЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ	
Гулевич Т.М., Исаев Э.В.	302
О ПОВЫШЕНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕДУРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ, СОДЕРЖАЩЕЙ МНОГОЦЕЛЕВЫЕ ПРОЕКТЫ	
Каиркенов Х.К., Байдалин А.Д., Загидулин И.Р., Лейман А.Ф., Зимин В.В.	310
НЕЧЕТКИЙ ПОДХОД К АНАЛИЗУ И ОБРАБОТКЕ СОЦИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	
Каган Е.С., Багдасарян В.А., Киндяков А.А.	316
МЕХАНИЗМ СТИМУЛИРОВАНИЯ ГИБКИХ ПРОЕКТНЫХ КОМАНД НА ОСНОВЕ ИТЕРАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА IT-ПРОЕКТА	
Пронин С.Ю., Добрынин А.С.	321
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА МУЛЬТИСИНУСОИДАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ	
Новосельцева М.А., Гутова С.Г., Чуриков И.Ю.	325

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ НАВЕДЕНИЯ НА КОСМИЧЕСКИЕ ОБЪЕКТЫ Казанцев М.Е., Попов А.С., Саламатин А.С.	331
ОБНАРУЖЕНИЕ СУЩЕСТВЕННЫХ ПЕРЕМЕННЫХ МЕТОДАМИ НЕПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ Караванов А.В., Кириченко В.Н., Михов Е.Д.	334
ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СПОСОБОВ ПОСТРОЕНИЯ API НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НОМЕНКЛАТУРОЙ ТОВАРОВ С ПОМОЩЬЮ GraphQL Стрелков А.В., Истомин А.С.	339
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МИКРОСТРУКТУРЫ ИСХОДНОГО АУСТЕНИТА ЗЕРНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ EBSD Демьяненко Е.О., Истомин А.С., Карабаналов М.С., Корниенко О.Ю.	343
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ Киселева Т.В., Маслова Е.В., Бычков А.Г.	349
МОДЕЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ЦИФРОВОГО РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ЦИФР Стародубов А.Н.^{1,2}, Пылов П.А.²	354
РЕАКТОРЫ НА БЫСТРЫХ НЕЙТРОНАХ. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ И ИХ РОЛЬ В СТАНОВЛЕНИИ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ Гусев С.С.	358
АНАЛИЗ И ОБРАБОТКА ДАННЫХ В СИСТЕМЕ «МЕДИАЛОГИЯ ИНЦИДЕНТ» Конюхова Е.С.	366
ОЦЕНИВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СТАЛИ В АГРЕГАТЕ КОВШ-ПЕЧЬ Гизатулин Р.А.	369
ОСОБЕННОСТИ СИТУАЦИННО-НОРМАТИВНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И НОРМ ВЫРОБОТКИ (НА ПРИМЕРЕ ОТДЕЛЕНИЯ МЕДНЕНИЯ МЕТИЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА) Кулаков С.М., Мусатова А.И.	374
ОБЗОР ПРОГРАММ КЛАССА SIEM ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ ИНЦИДЕНТАМИ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ Барышникова К.В.	379
ВЫБОР ТАКТИКИ ВЕДЕНИЯ БЕРЕМЕННОСТИ НА ОСНОВЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ВНУТРИУТРОБНОЙ ИНФЕКЦИИ У НОВОРОЖДЁННОГО Власенко А.Е., Григорьева Е.Ю., Ренге Л.В., Лихачева В.В.	384

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ERP-СИСТЕМЫ SAP/R3 ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ПРЕДПРИЯТИЯ Ефимова Н.С.	388
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА УПРАВЛЕНИЯ Булакина Е.Н., Моисеев В.В., Недзельская О.Н., Бикиннеева А.Н., Кетов А.В., Почуфаров Д.О.	391
ТЕХНОЛОГИИ BIG DATA. КАК АНАЛИЗИРУЮТ БОЛЬШИЕ ДАННЫЕ Кокорев И.С.	398
ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ДВУМЕРНОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ Бабушкина О.С., Калашников С.Н.	400
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДИФФУЗИИ КОМПОНЕНТОВ АЛЮМИНИЕВОГО РАСПЛАВА В ЛИТЕЙНОМ МИКСЕРЕ Мартусевич Е.А., Калашников С.Н.	405

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 60x84 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