

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»  
Администрация Правительства Кузбасса  
Администрация г. Новокузнецка  
Институт проблем управления им. Трапезникова РАН  
Федеральный исследовательский центр угля и углехимии СО РАН  
АНО «Научно-образовательный центр «Кузбасс»**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ  
(в образовании, науке и производстве)  
AS' 2023**

**ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
(с международным участием)**

**12-14 декабря 2023 г.**

**Новокузнецк  
2023**

**УДК 658.011.56**  
**С 409**

Редакционная коллегия:

д.т.н., проф. В.В. Зимин (ответственный редактор),  
д.т.н., проф. С.М. Кулаков, к.т.н., доц. В.А. Кубарев,  
д.т.н., проф. Л.Д. Павлова, д.т.н., доц. И.А. Рыбенко,  
к.т.н., доц. В.И. Кожемяченко (технический редактор).

**С 409** Системы автоматизации (в образовании, науке и производстве) AS'2023: труды Всероссийской научно–практической конференции (с международным участием), 12-14 декабря 2023 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. В.В. Зимина. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2023. – 420 с.

ISBN 978-5-7806-0583-6

Труды конференции посвящены научным и практическим вопросам в области современных систем автоматизации и информатизации учебных, исследовательских и производственных процессов. 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 обучающихся по программам бакалавриата и магистратуры.

**УДК 658.011.56**

© Сибирский государственный  
индустриальный университет, 2023

by state structures. Such coercion on the part of the state is necessary due to the fact that the interests of subsoil users and the state differ in their approach to the question of the rationality of development, the completeness of the development of reservoirs.

Even exploratory drilling data is not informative enough to build detailed geological and filtration models. According to the core data (even with its good removal) and GIS of good quality, only a negligible part of the volume is illuminated, insufficient to describe the entire deposit [3].

The inter-well space covering the main volume of the deposit remains without reliable information. Meanwhile, within this space, from cell to cell, changes in the characteristics of the filtration parameters of the layers occur that defy strict mathematical description, knowledge of which is necessary to control the extraction process.

Modern geological and filtration models based on low-resolution information methods for studying deep-lying formations are suitable only for qualitative relative assessment of possible development scenarios at an early stage of field development. Objects that are in the mature stage of development need filtration models that allow calculating the dynamics of indicators with great accuracy for a long period (sometimes for 100 years or more) until the final oil recovery is achieved). This is necessary in order to assess the economic efficiency with satisfactory accuracy and choose the most preferred among the technologies and methods of impact on the reservoir.

The observed slowdown in the process of oil production is also due to the lag of applied science in the field of underground hydrodynamics and field development. Despite the extensive practical experience and the volume of experimental and theoretical research, topical issues for practice remain debatable. For many years, the issues of dependence of oil recovery on the rate of development, on the acceleration of fluid extraction, on the density of the grid of wells have been discussed. There is no unity on the issue of the impact of hydraulic fracturing on oil recovery.

### Reference

1. Mukhutdinov A.R., Efimov M.G., Vakhidova Z.R. Povyshenie effektivnosti energonasyshchennykh materialov dlya razrabotki mestorozhdenii bituminoznoi nefti za schet ispol'zovaniya sovremennykh informatsionnykh tekhnologii // Avtomatizatsiya, telemekhanizatsiya i svyaz' v neftyanoi promyshlennosti. 2021. № 6 (575). S. 19-22.
2. Rodionova M.I., Kargin B.V. Informatsionnye tekhnologii v proektirovanii ob"ektov dobychi nefti // Ashirovskie chteniya. 2022. T. 2. № 1 (13). S. 84-87.
3. Turovskaya K.S. Kolichestvennaya otsenka riska metodom VAR v sferakh: nefti i gaza, proizvodstva produktov pitaniya i informatsionnykh tekhnologii. granitsy stress-tseny // Vestnik evraziiskoi nauki. 2023. T. 15. № S1.

УДК 669.168

### ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОБАЛЬТА УГЛЕРОДОМ В ЭЛЕМЕНТАРНЫХ СИСТЕМАХ

Голодова М.А., Рыбенко И.А., Рожихина И.Д., Нохрина О.И.

*ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»  
г. Новокузнецк, Россия, golodova\_ma@mail.ru*

*Аннотация. Методом термодинамического моделирования с применением программного комплекса «Терра» выполнены расчеты параметров равновесного состояния процессов восстановления кобальта из его оксидов углеродом. Построены зависимости параметров процесса от расходов восстановителя. Проведен анализ полученных результатов.*

**Ключевые слова:** кобальт, восстановление, термодинамическое моделирование, соединения кобальта.

**Abstract.** Calculations of equilibrium state parameters of cobalt reduction processes from its oxides with carbon were performed using thermodynamic modeling using Terra software complex. Dependencies of process parameters on reducing agent consumption are built. Analysis of the results.

**Keywords:** cobalt, reduction, thermodynamic modeling, cobalt compounds.

В последние два десятилетия в России [1-4] уделяется большое внимание поискам новых химических и гидрометаллургических методов обогащения бедных руд в связи с решением проблемы ресурсосбережения. При комплексном обогащении полиметаллических марганецсодержащих руд Кузбасса по технологии, предложенной авторами, наряду с высококачественным марганцевым и железосодержащим концентратами получают концентраты цветных металлов, в частности, никелевый концентрат, а также никель - кобальтовый, которые могут быть использованы для прямого легирования [5, 6].

Анализ достоинств и недостатков прямого легирования стали показывает, что перспективность той или иной технологии определяется такими технико-экономическими показателями, как длительность плавки и расход восстановителя.

В процессе исследований была поставлена задача изучения максимальной замены кремния – основного восстановителя легирующих элементов из концентратов, более дешевым восстановителем – углеродом, и получение стабильного извлечения кобальта из оксидов, входящих в состав концентратов, полученных при гидрометаллургическом обогащении полиметаллических марганецсодержащих руд.

На первом этапе было рассмотрено восстановление кобальта из его оксидов углеродом в элементарных системах.

Для определения условий восстановления кобальта из его оксидов использовались методы термодинамического моделирования на основе расчета равновесных состояний в модельных термодинамических системах [7, 8].

Термодинамические расчеты показали, что диссоциация высшего оксида кобальта проходит по следующей схеме (рисунок 1):

- 1)  $\text{Co}_2\text{O}_3$  отсутствует в системе уже при температуре 473К;
- 2) количество  $\text{Co}_3\text{O}_4$  остается неизменным до температуры 1173К, при дальнейшем увеличении температуры до 1223К падает до 0;
- 3)  $\text{CoO}$  появляется в системе при температуре 1173К, при температуре 1223К его количество становится максимальным и в дальнейшем от температуры не зависит.

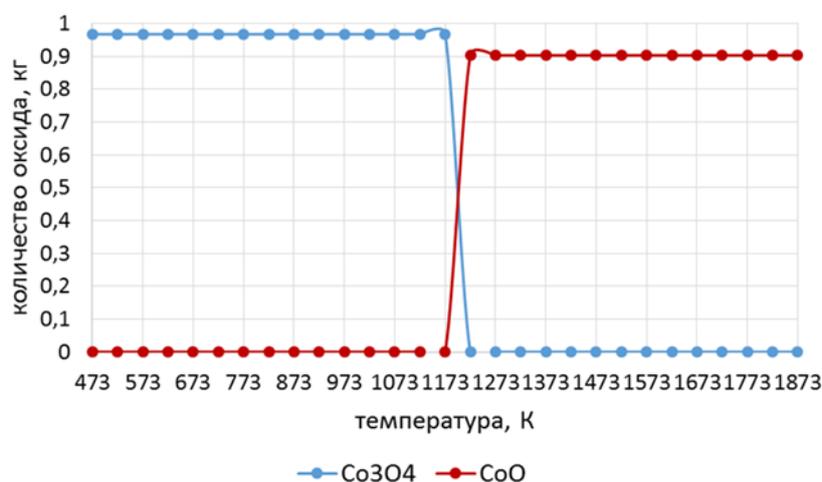


Рисунок 1 – Диссоциация оксидов кобальта

Зависимость процесса восстановления  $\text{Co}_3\text{O}_4$  от температуры соответствует поведению оксида при диссоциации при расходе углерода 0,02 кг/кг оксида (рисунок 2), при увеличении расхода свыше этой величины  $\text{Co}_3\text{O}_4$  в системе отсутствует.

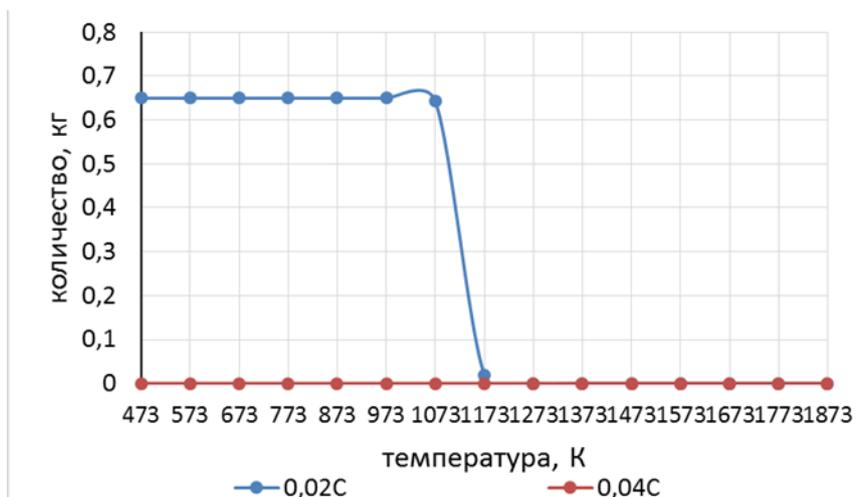


Рисунок 2 – Зависимость количества  $\text{Co}_3\text{O}_4$  от температуры

$\text{CoO}$  присутствует в системе при всех температурах и расходах восстановителя менее 0,14 кг/кг  $\text{Co}_2\text{O}_3$ , причем при расходе 0,2 кг/кг  $\text{Co}_2\text{O}_3$  его количество в системе остается неизменным до температуры 1173К (рисунок 3).

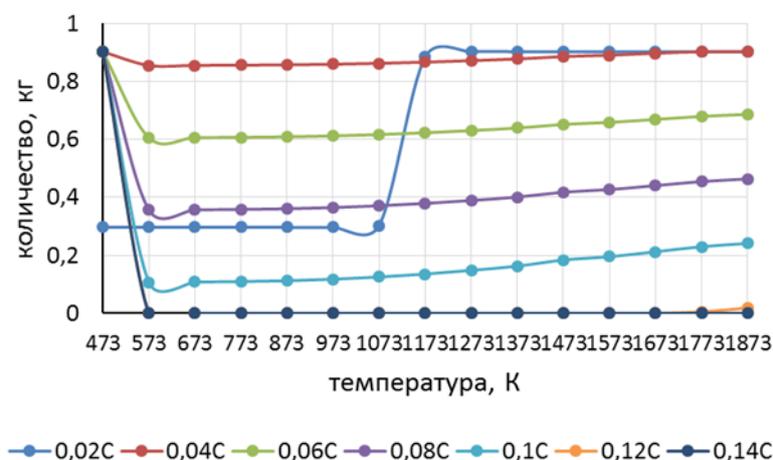


Рисунок 3 – Зависимость количества  $\text{CoO}$  от температуры при восстановлении  $\text{Co}_2\text{O}_3$

В связи с полученными данными в дальнейшем рассматривалось восстановление кобальта только из оксида  $\text{CoO}$ .

Расчеты проведены в интервале температур от 473 до 1873К и при расходе восстановителя (углерод) от 0,02 до 0,1 кг/кг  $\text{CoO}$ .

Моделирование показало, что восстановление оксида кобальта начинается при температуре примерно 513К при любых расходах углерода. С ростом температуры свыше 573К процесс восстановления зависит только от расхода восстановителя (рисунки 4 и 5). В указанном диапазоне температур восстановленный кобальт находится в конденсированной фазе.

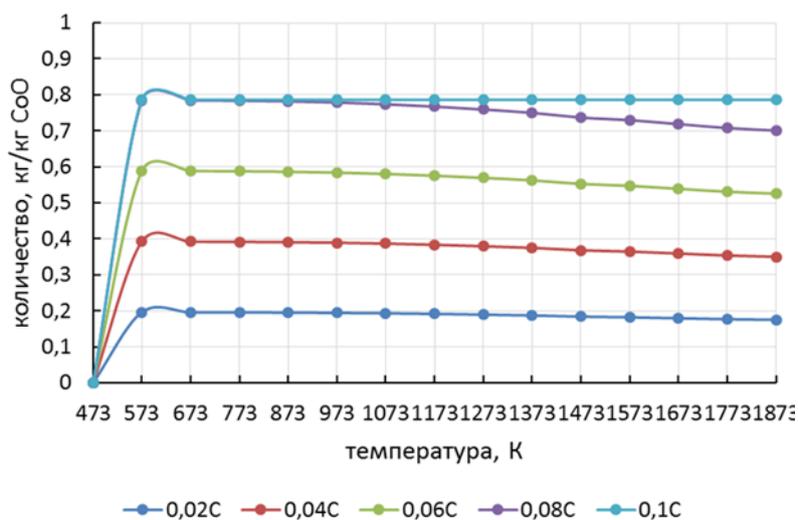


Рисунок 4 – Зависимость количества восстановленного Со от температуры

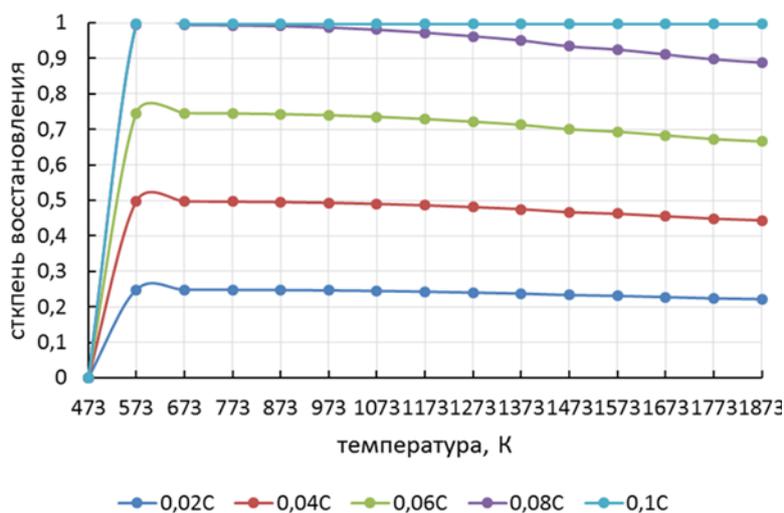


Рисунок 5 – Зависимость степени извлечения Со от температуры

Зависимости для процесса восстановления оксида кобальта углеродом были построены для температур 1073К, 1473К и 1873К (рисунки 6 и 7).

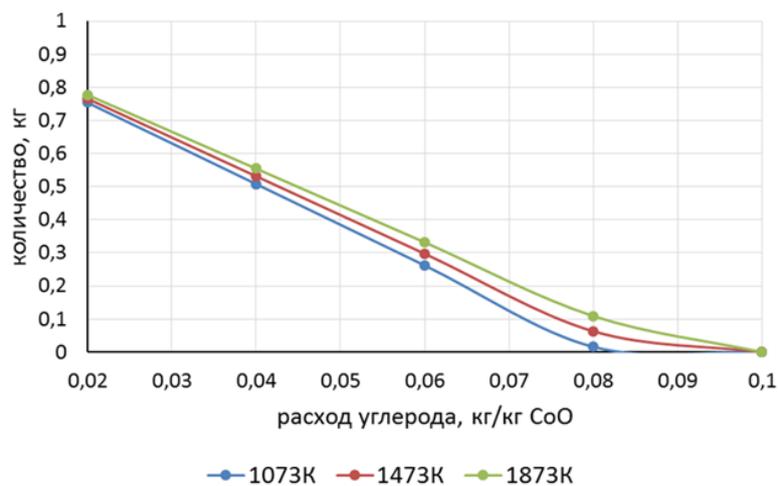


Рисунок 6 – Зависимость количества СоО в системе от количества восстановителя

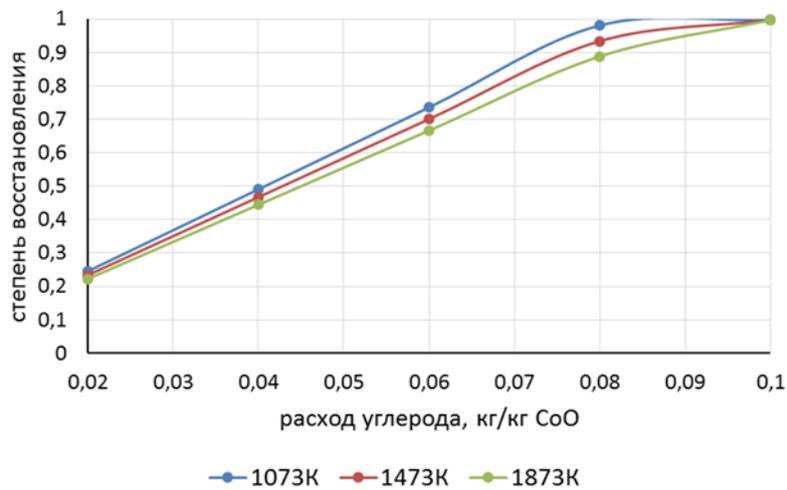


Рисунок 7 – Зависимость степени восстановления CoO от количества восстановителя

Кобальт полностью восстанавливается из оксида при расходе углерода 0,1 кг/кг CoO при всех температурах.

Газовая фаза представлена оксидом и диоксидом углерода (рисунки 8 и 9).

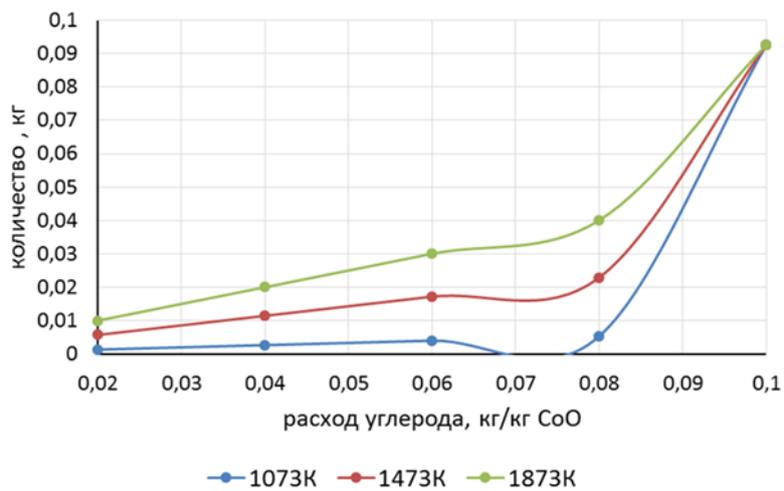


Рисунок 8 – Зависимость количества CO от температуры

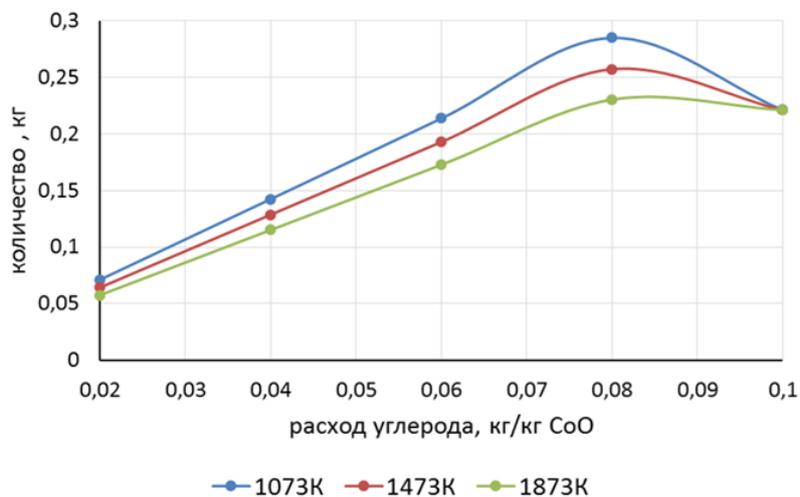


Рисунок 9 – Зависимость количества CO<sub>2</sub> от температуры

### **Выводы:**

1) оксиды кобальта  $\text{Co}_2\text{O}_3$  и  $\text{Co}_3\text{O}_4$  диссоциируют при температурах менее 473К и 1173К соответственно. При температурах выше 1173К в системе присутствует только  $\text{CoO}$ , независимо от вида исходной фазы и количества восстановителя;

2) продукты восстановления находятся в виде конденсированной и газовой фаз. Восстановленный кобальт присутствует только в конденсированной фазе. Газовая фаза состоит из оксида и диоксида углерода;

3) восстановление кобальта из  $\text{CoO}$  начинается при температуре 513К;

4) кобальт начинает восстанавливаться из  $\text{CoO}$  и  $\text{Co}_3\text{O}_4$  при расходе углерода 0,02 кг/кг оксида, из  $\text{Co}_2\text{O}_3$  – при расходе углерода 0,04 кг/кг оксида;

5) восстановление кобальта из его оксидов заканчивается при расходе углерода 0,1 кг/кг оксида для  $\text{CoO}$ , при расходе углерода 0,12кг/кг оксида для  $\text{Co}_3\text{O}_4$  и  $\text{Co}_2\text{O}_3$ ;

6) извлечение кобальта при одном и том же расходе восстановителя незначительно уменьшается с ростом температуры.

### **Библиографический список**

1. Курков А.В., Мамошин М.Ю., Рогожин А.А. Прорывные гидрометаллургические процессы для устойчивого развития технологий переработки минерального сырья. Научное издание ФГБУ «ВИМС», М., 2019, 106 с.
2. Нохрина О.И., Рожихина И.Д., Рыбенко И.А., Голодова М.А., Израильский А.О. Гидрометаллургическое обогащение полиметаллических и железомарганцевых руд // Известия вузов. Черная металлургия. – 2021. - № 4. – С. 271 –279.
3. Прошунин И.Е. Комплексное извлечение ценных компонентов из железомарганцевых конкреций / И.Е. Прошунин, О.И. Нохрина // Известия вузов. Черная металлургия. 2009. № 8. С. 17 – 19.
4. Изучение возможности обогащения железомарганцевых руд Кузбасса / О.И. Нохрина, И.Д. Рожихина, М.А. Голодова, А.О. Израильский // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2020. – Т. 76, № 9. - С. 904-909.
5. Нохрина О.И., Рожихина И.Д., Дмитриенко В.И. Платонов М.А. Легирование и модифицирование стали с использованием природных и техногенных материалов - Томск : Изд-во Томского политехнического университета.-2013.-320с.
6. Особенности применения природных и техногенных материалов для легирования и модифицирования стали / О.И. Нохрина, И.Д. Рожихина, В.И. Дмитриенко, И.Е. Прошунин, М.А. Голодова // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2019. – Т. 75, № 8. - С. 944-954. – URL: <http://library.sibsiu.ru>.
7. Трусов, Б.Г. Программная система ТЕРРА для моделирования фазовых и химических равновесий при высоких температурах [текст] / Б.Г. Трусов // III межд. симпозиум «Горение и плазмохимия». 24 – 26 августа 2005. Алматы, Казахстан. – Алматы : Казак университеті, 2005. – С. 52 – 57.
8. Рыбенко, И.А. Применение инструментальной системы моделирования и оптимизации для разработки теоретических основ технологий легирования и модифицирования стали / И. А. Рыбенко // Черная металлургия. Бюллетень научно-технической и экономической информации. – 2017. - № 2 (1406). – С. 38-44.

## СПИСОК АВТОРОВ

### Е

Elman K.A. 126

### С

Srybnik M.A. 162

### А

Александров Н.А. 346

Алтухов Д.И. 367

Анфёров Д.В. 175

Апенкин Д.Е. 89

Апёнкин Д.Е. 92

Арбузов И.С. 65

Асатрян А.Г. 69

Ахремчик О.Л. 69

### Б

Бабичева Н.Б. 248

Байдалин А.Д. 157

Батенков К.А. 265

Бедарев М.А. 314

Белавенцева Д.Ю. 152

Борщинский М.Ю. 381, 383, 386, 390

Бочаров В.В. 60

Буинцев В.Н. 152

Бунакова М.Т. 406

Буркова И.В. 219

Бычков А.Г. 254

### В

Васенин А.Б. 318

Васянин А.К. 267

Вершинин М.С. 374

Водоватова А.Е. 406

Волошин В.А. 89, 92

### Г

Гасымов Р.Р. 243

Гейль К.Э. 122

Герасимук А.В. 330

Голодова М.А. 128

Грачев А.В. 291

Грачев В.В. 18, 26

Григорьева А.Е. 178

Губанов К.Н. 119

Гурин И.А. 98, 164

Гусев М.М. 143

Гусев С.С. 33

Гутова С.Г. 178

### Д

Дворянчиков М.В. 143

Девярых Е.А. 169

Долгих Р.В. 275

Дорошенко А.В. 394

Дурнев А.А. 311

### Е

Ермакова Л.А. 143

### Ж

Живаго Р.Э. 351

Жилина Н.М. 224

### З

Заверячев С.А. 279

Зайцев Н.С. 339

Захаров А.В. 275

Зимин А.В. 230

### И

Ившин А.А. 169

### К

Каиркенов Х.К. 230

Калачева О.К. 362

Калашников С.Н. 267, 294, 297

Калинин Ю.Д. 149

Кармачев С.К. 383

Кипервассер М.В. 311, 314, 330, 346

Кирчева А.С. 248

Киселева Т.В. 254, 300

Койнов Р.С. 3

Кокорев И.С. 3, 60

Коновалов О.В. 314

Кораблина Т.В. 115

Корнеев П.А. 406

Коровин Е.В. 279

Костылев С.Ю. 356

Крюков О.В. 50, 187, 318, 324

Кубарев В.А. 335, 339, 398, 402

Кудрявцев Д.С. 82

Кузнецова Е.С. 65, 271, 275, 339

Кузьмин С.А. 271

Кузьмина С.Ю. 271

Куксин В.С. 92

Кулаков С.М. 3, 72

Куликов Е.С. 41

Купчик Б.М. 279

Купчик М.Б. 279

Курманова Д.А.	45	Рожихина И.Д.	128
Куценко А.И.	243	Рожкова Ю.В.	60
Кучик М.М.	402	Романов Л.Р.	50
<b>Л</b>		Рыбенко И.А.	103, 108, 119, 128, 140, 152, 157, 243
Лавров В.В.	98, 164, 169	Рыленков Д.А.	294
Лаптева А.В.	216	<b>С</b>	
Ларин Н.М.	82	Сазонова Г.А.	18
Леонтьев А.С.	140	Самохвалов И.А.	200
Лисиенко В.Г.	216	Сарсембин А.О.	398
Лубина О.С.	297	Сеченов П.А.	103, 108
<b>М</b>		Симаков В.П.	311
Мальшев Г.Д.	381	Симилова А.А.	22, 85
Мамедов И.В.	248	Спиридонов В.В.	3
Мамонтов Д.Н.	314	Спирин Н.А.	98, 164
Манакина М.О.	193	Степанов С.Е.	324
Мартусевич Е.А.	175	Стищенко К.П.	330
Марченко Д.И.	89, 92	Студенкова А.Л.	26
Маршев Д.А.	402	Сулимова А.А.	22
Маслова Е.В.	254	<b>Т</b>	
Матюшкин Г.В.	72	Тараборина Е.Н.	3, 78
Мельникова Ю.С.	85	Тарасов Н.С.	206
Михайлова В.Л.	203	Темнохудов Д.Р.	134
Михайлова О.В.	89	Трофимов В.Б.	10
Мищенко С.А.	406	Турчанинов Е.Б.	57
Модзелевский Д.Е.	346, 356, 362, 367, 374	<b>У</b>	
Муравьев И.К.	193	Усов А.Б.	284
<b>Н</b>		Ушаков В.В.	383
Низовская А.Д.	406	<b>Ф</b>	
Никитин А.А.	184	Фрянов В.Н.	208
Новиков А.А.	279	Фурсова К.А.	149
Новосельцева М.А.	178	<b>Ч</b>	
Носов Д.А.	184	Чернова Л.В.	261
Нохрина О.И.	128	Чесноков Ю.Н.	216
<b>О</b>		Четвертков Е.В.	115
Олейник А.А.	92	Чичерин И.В.	22
<b>П</b>		<b>Ш</b>	
Павлова Л.Д.	208	Шабалин В.С.	300
Пашко Е.А.	78	Шакиров М.К.	57
Пимонов А.Г.	82, 184	Шамсимухаметов П.Р.	164
Подшивалов Е.С.	187	Широченко Д.С.	60
Поповян Н.О.	284	<b>Я</b>	
Поползин И.Ю.	306, 335, 351	Янкин Д.М.	26
Прохоров И.М.	92, 240	Яценко Н.Р.	390
<b>Р</b>			
Редькина Н.А.	69		
Рогожников И.П.	386		

## СОДЕРЖАНИЕ

### СЕКЦИЯ 1. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО, ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО И УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Кулаков С.М., Тараборина Е.Н., Койнов Р.С., Кокорев И.С., Спиридонов В.В.*

**О развитии и применении концепции невозмущённого-возмущенного движения применительно к управлению технологическими и организационными объектами..... 3**

*Трофимов В.Б.*

**О прогнозировании и распознавании выбросов газо-шлако-металлической эмульсии из кислородного конвертера на основе искусственных нейронных сетей ..... 10**

*Сазонова Г.А., Грачев В.В.*

**Выбор технических средств измерения калорийности топлива поступающего на нагревательную печь прокатного стана ..... 18**

*Сулимова А.А., Симилова А.А., Чичерин И.В.*

**Способ считывания вейвлет-карт Вигнера для обработки сигналов ..... 22**

*Янкин Д.М., Грачев В.В., Студенкова А.Л.*

**Автоматизированная система распознавания общественного транспорта интеллектуальной транспортной системы новокузнецкой городской агломерации ..... 26**

*Гусев С.С.*

**Модифицированный алгоритм идентификации динамического объекта с учетом априорной информации о его параметрах ..... 33**

*Куликов Е.С.*

**Система прогнозного обслуживания эксгаустеров ..... 41**

*Курманова Д.А.*

**Оптимизация циклов светофорного регулирования перекрестка..... 45**

*Романов Л.Р., Крюков О.В.*

**Автоматизация релейной защиты цифровых подстанций ..... 50**

*Шакиров М.К., Турчанинов Е.Б.*

**К вопросу формирования критерия оценки точности прогнозирования выбросов при кислородно-конвертерной плавке..... 57**

*Кокорев И.С., Широченко Д.С., Рожкова Ю.В., Бочаров В.В.*

**Обзор новых направлений цифровизации угольных предприятий открытого типа ..... 60**

*Арбузов И.С., Кузнецова Е.С.*

**Реализация цифрового регулятора генератора импульсов на микроконтроллере ..... 65**

*Ахремчик О.Л., Асатрян А.Г., Редькина Н.А.*

**Сообщения на поле экранных форм систем управления теплообменниками линий пищевых производств..... 69**

*Матюшкин Г.В., Кулаков С.М.*

**Разработка модуля интеграции между системами 1С:ERP и 1С:УПП ..... 72**

<i>Пашко Е.А., Тараборина Е.Н.</i> <b>Обзор и сравнительный анализ программного обеспечения для автоматизации процессов управления персоналом и оценки сотрудников.....</b>	<b>78</b>
<i>Пимонов А.Г., Кудрявцев Д.С., Ларин Н.М.</i> <b>Автоматизация бизнес-процессов Кемеровского филиала ППК «Роскадастр» средствами php-фреймворка Laravel .....</b>	<b>82</b>
<i>Мельникова Ю.С., Симилова А.А.</i> <b>Актуальность применения искусственного интеллекта для анализа медицинских изображений в ветеринарии .....</b>	<b>85</b>
<i>Марченко Д.И., Апенкин Д.Е., Волошин В.А., Михайлова О.В.</i> <b>Инновационные проекты обучающихся СибГИУ на разрезе АО.....</b>	<b>89</b>
<i>Волошин В.А., Апенкин Д.Е., Марченко Д.И., Куксин В.С., Олейник А.А., Прохоров И.М.</i> <b>О системе сейсмического контроля массовых взрывов в открытом угольном разрезе.....</b>	<b>92</b>
<b>СЕКЦИЯ 2. МОДЕЛИРОВАНИЕ И НАУКОЕМКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ, НАУКЕ И ОБРАЗОВАНИИ</b>	
<i>Спирин Н.А., Лавров В.В., Гурин И.А.</i> <b>Об использовании технологии машинного (технического) зрения для оценки внутреннего состояния сложных, распределенных объектов в пирометаллургии (на примере доменного производства).....</b>	<b>98</b>
<i>Сеченов П.А., Рыбенко И.А.</i> <b>Сравнение методов LUP-разложения и разложения Холецкого применительно к задаче нахождения равновесного состава сложной многокомпонентной гетерогенной системы .....</b>	<b>103</b>
<i>Сеченов П.А., Рыбенко И.А.</i> <b>Выбор замены переменных в задаче нахождения равновесного состава термодинамической системы.....</b>	<b>108</b>
<i>Четвертков Е.В., Кораблина Т.В.</i> <b>Применение ИИ в высшей школе при организации проектной деятельности .....</b>	<b>115</b>
<i>Губанов К.Н., Рыбенко И.А.</i> <b>Оптимизация бизнес процесса проверки 3D модели, реализованной инженером-конструктором при производстве металлических конструкций.....</b>	<b>119</b>
<i>Гейль К.Э.</i> <b>Использование машинного обучения для модерирования карточек товара маркетплейса .....</b>	<b>122</b>
<i>Elman K.A.</i> <b>Innovative development of oil field development technology .....</b>	<b>126</b>
<i>Голодова М.А., Рыбенко И.А., Рожихина И.Д., Нохрина О.И.</i> <b>Термодинамическое моделирование процесса восстановления кобальта углеродом в элементарных системах .....</b>	<b>128</b>
<i>Темнохудов Д.Р.</i> <b>Введение в предиктивное обслуживание с использованием методов машинного обучения .....</b>	<b>134</b>

<i>Леонтьев А.С., Рыбенко И.А.</i> <b>Посуточное планирование и оптимизация потоков сырья в черной металлургии .....</b>	<b>140</b>
<i>Ермакова Л.А., Гусев М.М., Дворянчиков М.В.</i> <b>Расширение функционала системы Moodle: простые решения сложных задач .....</b>	<b>143</b>
<i>Фурсова К.А., Калинин Ю.Д.</i> <b>Принятие решений на основе данных с помощью многокритериального анализа .....</b>	<b>149</b>
<i>Рыбенко И.А., Буинцев В.Н., Белавенцева Д.Ю.</i> <b>Использование статических моделей для управления кислородно-конвертерным процессом .....</b>	<b>152</b>
<i>Байдалин А.Д., Рыбенко И.А.</i> <b>Использование криптографии при прогнозировании тенденций рынка ценных бумаг .....</b>	<b>157</b>
<i>Srybnik M.A.</i> <b>Software development of an applied 3D mock-up model in the oil industry.....</b>	<b>162</b>
<i>Шамсимухаметов П.Р., Гурин И.А., Лавров В.В., Спирин Н.А.</i> <b>Технология контейнеризации программных приложений и её применение в научно-образовательной деятельности .....</b>	<b>164</b>
<i>Ившин А.А., Лавров В.В., Девятых Е.А.</i> <b>Функциональная модель установки получения мелкодисперсных металлических порошков заданных размеров.....</b>	<b>169</b>
<i>Анфёров Д.В., Мартусевич Е.А.</i> <b>Разработка информационно-консультационной системы для профориентации абитуриентов и осознанного выбора сферы профессиональной деятельности .....</b>	<b>175</b>
<i>Гутова С.Г., Новосельцева М.А., Григорьева А.Е.</i> <b>Сравнительный анализ методов цифрового моделирования на примере динамического объекта первого порядка.....</b>	<b>178</b>
<i>Пимонов А.Г., Никитин А.А., Носов Д.А.</i> <b>Использование искусственного интеллекта в составе образовательно-аналитической платформы для организации адаптивного дистанционного обучения .....</b>	<b>184</b>
<i>Подшивалов Е.С., Крюков О.В.</i> <b>Модели энергетики нефтедобычи с автономной генерацией.....</b>	<b>187</b>
<i>Манакина М.О., Муравьев И.К.</i> <b>Моделирование паровой турбины К-300-240 в среде SimInTech.....</b>	<b>193</b>
<i>Самохвалов И.А.</i> <b>Наукоемкие информационные технологии в градостроении .....</b>	<b>200</b>
<i>Михайлова В.Л.</i> <b>Роль и место информационных технологий в организации производства наукоемкой продукции .....</b>	<b>203</b>
<i>Тарасов Н.С.</i> <b>Инновационные подходы к управлению земельными ресурсами: роль моделирования в оптимизации процессов .....</b>	<b>206</b>

<i>Павлова Л.Д., Фрянов В.Н.</i> Алгоритм численной оценки эксплуатационной устойчивости подготовительных выработок на наклонных угольных пластах .....	208
<i>Лисиенко В.Г., Чесноков Ю.Н., Лантева А.В.</i> Автоматизация производства и искусственный интеллект .....	216
<b>СЕКЦИЯ 3. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ОРГАНИЗАЦИОННЫМИ СИСТЕМАМИ</b>	
<i>Буркова И.В.</i> Минимизация затрат в проектах на основе мягких зависимостей .....	219
<i>Жилина Н.М.</i> Демографические показатели современной России в международном сравнении.....	224
<i>Каиркенов Х.К., Зимин А.В.</i> Формирование программ развития в организациях с многоцелевыми проектами .....	230
<i>Прохоров И.М.</i> Функциональная структура саморазвивающейся системы управления техническим обслуживанием и ремонтами оборудования промышленного предприятия .....	240
<i>Гасымов Р.Р., Рыбенко И.А., Куценко А.И.</i> Проектирование информационной системы формирования плана финансово-хозяйственной деятельности университета .....	243
<i>Бабичева Н.Б., Кирчева А.С., Мамедов И.В.</i> Применение цифрового следа в построении непрерывной образовательной траектории.....	248
<i>Бычков А.Г., Киселева Т.В., Маслова Е.В.</i> Использование сегментации для повышения эффективности свёрточных нейронных сетей.....	254
<i>Чернова Л.В.</i> Исследование методов защиты данных от утечек в системах DLP на примере кредитных организаций.....	261
<i>Батенков К.А.</i> Основа определения оперативных норм на параметры ошибок каналов и трактов плезиохронной цифровой иерархии.....	265
<i>Васянин А.К., Калашников С.Н.</i> Управление порожними вагонопотоками в железнодорожном узле металлургического комбината .....	267
<i>Кузнецова Е.С., Кузьмина С.Ю., Кузьмин С.А.</i> Интеллектуальный учет электроэнергии основа перехода к цифровизации в электроэнергетике.....	271
<i>Кузнецова Е.С., Долгих Р.В., Захаров А.В.</i> Разработка системы прогнозирования состояния работы электрооборудования .....	275
<i>Купчик Б.М., Новиков А.А., Заверячев С.А., Коровин Е.В., Купчик М.Б.</i> Принятие управленческих решений в здравоохранении на основе автоматизированной системы анализа доказанной эффективности	

лекарственных препаратов на примере Кемеровской области - Кузбасса за 2021 - 2022 годы.....	279
<i>Поповян Н.О., Усов А.Б.</i>	
Информационно-аналитическая система управления деятельностью предприятия по производству асфальта и асфальтобетонной смеси .....	284
<i>Грачев А.В.</i>	
Подходы к оцениванию работы узлов в распределенной сетевой структуре для задач управления техническими элементами.....	291
<i>Рыленков Д.А., Калашиников С.Н.</i>	
Управление конфигурациями телекоммуникационного оборудования при решении задач обеспечения информационной безопасности.....	294
<i>Лубина О.С., Калашиников С.Н.</i>	
Разработка теоретических основ для управления образовательным процессом при изучении учебных дисциплин математического цикла с использованием технологий виртуальной и дополненной реальностей .....	297
<i>Шабалин В.С., Киселева Т.В.</i>	
Обзор существующих методов и инструментов управления организацией .....	300
<b>СЕКЦИЯ 4. СОВРЕМЕННЫЙ АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ЭЛЕКТРОПРИВОД И ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА</b>	
<i>Поползин И.Ю.</i>	
К вопросу о применении электропривода, построенного по схеме машины двойного питания, для механизмов с большими диапазонами регулирования скорости (на примере подъемной установки).....	306
<i>Дурнев А.А., Симаков В.П., Кипервассер М.В.</i>	
Применение сглаживающих фильтров для преобразователей приводов рольгангов металлургических производств с целью снижения генерации высших гармоник в питающую сеть.....	311
<i>Бедарев М.А., Коновалов О.В., Мамонтов Д.Н., Кипервассер М.В.</i>	
Особенности модели фазосдвигающего трансформатора Zigzag Phase-Shifting Transformer в среде Matlab Simulink при моделировании силовых трансформаторов 10(6)/0,4 со схемой соединения обмоток Y/Zn-11 .....	314
<i>Васенин А.Б., Крюков О.В.</i>	
Система мониторинга автоматизированного электропривода .....	318
<i>Степанов С.Е., Крюков О.В.</i>	
Переходные процессы короткого замыкания в электроприводе .....	324
<i>Стищенко К.П., Герасимук А.В., Кипервассер М.В.</i>	
Влияния высших гармонических составляющих в питающем напряжении тяговой подстанции на качество выпрямленного напряжения и напряжения на шинах 10/6 кВ .....	330
<i>Поползин И.Ю., Кубарев В.А.</i>	
Электропривод с асинхронным электродвигателем двойного питания.....	335
<i>Кубарев В.А., Зайцев Н.С., Кузнецова Е.С.</i>	
Математическое моделирование синхронного двигателя с демпферной обмоткой в системе относительных единиц «Парка-Горева».....	339

<i>Александров Н.А., Модзелевский Д.Е., Кипервассер М.В.</i>	
<b>Модернизация многодвигательного электропривода установки сухого тушения кокса с учетом неидентичности характеристик электродвигателей.....</b>	<b>346</b>
<i>Поползин И.Ю., Живаго Р.Э.</i>	
<b>Особенности работы синхронного двигателя при колебаниях сетевого напряжения в нерегулируемых электроприводах с длительным режимом работы .....</b>	<b>351</b>
<i>Костылев С.Ю., Модзелевский Д.Е.</i>	
<b>Построение модели и синтез управления автоматизированной поточно-транспортной системы .....</b>	<b>356</b>
<i>Калачева О.К., Модзелевский Д.Е.</i>	
<b>Исследование режимов работы многоагрегатного электропривода насосной станции.....</b>	<b>362</b>
<i>Алтухов Д.И., Модзелевский Д.Е.</i>	
<b>Разработка многоуровневого инвертора напряжения для электропривода ШПУ .....</b>	<b>367</b>
<i>Вершинин М.С., Модзелевский Д.Е.</i>	
<b>Применение имитационного моделирования при создании тренажера для подготовки к сдаче демонстрационного экзамена по «Мехатронике».....</b>	<b>374</b>
<i>Мальшев Г.Д., Борщинский М.Ю.</i>	
<b>Разработка электронного значка со световой эмблемой СибГИУ.....</b>	<b>381</b>
<i>Ушаков В.В., Кармачев С.К., Борщинский М.Ю.</i>	
<b>Осциллограф на базе персонального компьютера .....</b>	<b>383</b>
<i>Рогожников И.П., Борщинский М.Ю.</i>	
<b>Реализация системы единого времени с использованием микроконтроллера .....</b>	<b>386</b>
<i>Яценко Н.Р., Борщинский М.Ю.</i>	
<b>Измерение АФЧХ с помощью универсального измерительного прибора OSA103F .....</b>	<b>390</b>
<i>Дорошенко А.В.</i>	
<b>Современные методы и средства исследования автоматизированных электрических и электромеханических систем. состояние, проблемы, перспективы.....</b>	<b>394</b>
<i>Сарсембин А.О., Кубарев В.А.</i>	
<b>Системы автоматического регулирования возбуждения синхронных двигателей шахтного подъёма.....</b>	<b>398</b>
<i>Кубарев В.А., Кучик М.М., Маршев Д.А.</i>	
<b>Визуализация электрических схем .....</b>	<b>402</b>
<i>Бунакова М.Т., Водоватова А.Е., Корнеев П.А., Мищенко С.А., Низовская А.Д.,</i>	
<b>Разработка учебного квадрокоптера.....</b>	<b>406</b>
<b>СПИСОК АВТОРОВ .....</b>	<b>412</b>
<b>СОДЕРЖАНИЕ .....</b>	<b>414</b>

**Научное издание**

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ  
(в образовании, науке и производстве)  
AS' 2023**

**ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ  
(с международным участием)**

**12-14 декабря 2023 г.**

Под общей редакцией д.т.н., доц. В.В. Зимина

Техническое редактирование и компьютерная верстка В.И. Кожемяченко

Подписано в печать 01.12.2023 г.

Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага писчая. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 25.04. Уч.-изд. л. 26.64. Тираж 20 экз. Заказ 260.

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

Издательский центр СибГИУ