

**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' 2022**

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

**15-16 декабря 2022 г.**

**Новокузнецк  
2022**

**УДК 658.011.56**  
**С 409**

Редакционная коллегия:

д.т.н., проф. В.В. Зимин (ответственный редактор),  
д.т.н., проф. С.М. Кулаков, д.т.н., проф. В.Ю. Островлянчик,  
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'2022: труды Всероссийской научно–практической конференции (с международным участием), 15-16 декабря 2022 г. / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет ; под общ. ред. В.В. Зимина. – Новокузнецк : Издательский центр СибГИУ, 2022. – 632 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, 2022

- минимальные ограничения по размещению беспроводных устройств;
- высокая отказоустойчивость сенсорной сети в целом.

По результатам работы данной системы могут быть получены уникальные данные, позволяющие производить незамедлительный анализ возможных последствий в аспекте влияния на живые организмы. Посредством использования описанной системы представляется возможность непрерывного мониторинга влияния опасных веществ и своевременного спасения растений и животных. Именно беспроводные сенсорные сети являются инновационным техническим решением проблемы оценки и снижения негативного фактора влияния добычи полезных ископаемых на атмосферу.

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа вопросов, касающихся возможности использования цифровых средств для анализа и противодействия влияния добычи полезных ископаемых на климат. В рамках статьи были более подробно рассмотрены такие ключевые вопросы, как: актуальность добычи полезных ископаемых и их влияния на климат; необходимость модернизации системы мониторинга и анализа влияния процессов добычи ископаемых на климат; актуальность и эффективность использования распределенных сенсорных сетей для решения описанных задач. В заключение необходимо отметить, что использование описанных систем позволит модернизировать систему оценки анализа и влияния негативных факторов на атмосферу, вследствие чего появится возможность снижения влияния добычи полезных ископаемых на климат и живые организмы.

#### Библиографический список

1. Калиева К.Б., Ишкенов Б.Т. Воздействие на окружающую среду открытых горных разработок // Инновационная наука. 2017.
2. Никитин А. И., Абрамов М. К. Использование системы ГИС в экологии // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2019.
3. Мешалкин В.П., Панарин В.М., Маслова А.А. Нейронные сети в автоматизированной системе мониторинга состояния окружающей среды // Sciences of Europe. 2020.
4. Городнова Н.В. Применение искусственного интеллекта в проектах «Smart-экология» // Дискуссия. 2021.
5. Газя Г.В., Еськов В.В., Стратан Н.Ф., Салимова Ю.В., Игнатенко Ю.С. Использование искусственных нейронных сетей в промышленной экологии // ВНМТ. 2021.

УДК 004

### РАЗРАБОТКА ПРОГНОЗНОЙ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ВРЕМЕНИ РАЗМОРОЗКИ ЖЕЛЕЗНОРУДНОГО СЫРЬЯ

Кольчурина М.А.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»  
г. Новокузнецк, Россия, kolchurina.masha@yandex.ru

*Аннотация.* В работе приведено обоснование необходимости разработки модели для оценки времени размораживания сырья, произведена предварительная обработка данных, оценены наиболее влияющие параметры сырья на время разморозки, построена модель линейной регрессии и произведена ее оценка.

*Ключевые слова:* регрессия, предварительная обработка данных, модель, моделирование.

*Abstract.* The paper substantiates the need to develop a model for estimating the time of defrosting of raw materials, preliminary data processing is performed, the most influential parameters of raw materials on the defrosting time are estimated, a linear regression model is constructed and its evaluation is performed.

*Keywords:* regression, data preprocessing, model, modeling.

Одной из наиболее перспективных задач управления предприятием является задача повышения эффективности работы. Решение данной задачи возможно разными путями, такими как изменение технологий и модернизация производства, реализация организационных преобразований, внедрения информационных технологий в процессы, которые позволяют сократить потери всех видов и тем самым повысить показатели эффективности работы. Например, при принятии управленческих решений, касающихся организации производства, разработки новых методов работы используются модели, описывающие объект управления и протекающие в нем процессы или явления [1].

В работе было произведено создание модели процесса размораживания железно-рудного сырья. Целью моделирования выступала необходимость оценки времени, требуемого для разогрева каждого из вагонов, поступающих на производственную площадку, для дальнейшей оптимизации работы гаражей размораживания и решения таких проблем, как излишний расход топлива при продолжении нагрева уже разогретого сырья и дополнительные расходы времени и ресурсов на ручную зачистку вагонов от остатков замерзшей руды при недостаточном времени выдержки вагона в тепле. Актуальность работы была обусловлена отсутствием в настоящее время ресурса для точной оценки времени разогрева вагона исходя из характеристик полученного сырья – время выдержки определялось оператором на основе профессионального опыта и субъективной оценки температуры замерзшего сырья, что не позволяло обеспечить оптимальное время выдержки. В результате на предприятии возникали простои производства в пределах 30-360 минут, что влекло за собой снижение объемов выпуска продукции, а также потери ресурсов на нагрев гаражей.

В качестве исходных данных для моделирования были использованы исторические данные о протекании процессов размораживания, такие как температура в гаражах разморозки, которая измерялась в четырех точках по площади гаража, температура и влажность окружающей среды, источник сырья и расстояние транспортировки, время пребывания вагона в гараже и статус вагона (разморожен или не разморожен). Всего для обработки было получено более 13000 записей.

Перед началом моделирования данные были подвергнуты предварительной обработке. Так как время разморозки, являющееся целевой переменной, не было задано изначально, то был создан дополнительный столбец с данными, полученный по результатам вычитания времени начала разогрева из времени вывода вагона из гаража. Были заполнены пропуски в данных, удалены выбросы, которыми признавались записи, содержащие в себе сведения о разогреве длительностью более пяти часов, так как на основании знаний организации максимальная длительность разогрева не может превышать этого времени и данные о времени разогрева были введены с ошибкой. Также категориальные данные были закодированы для упрощения их обработки.

После проведения предварительной обработки данных было произведено моделирование с использованием программного продукта `kpime`. Так как целью создания модели было прогнозирование непрерывной переменной, то для оценки зависимостей переменных был использован метод линейной регрессии, при использовании которой определяется весовой коэффициент влияния каждой из входных переменных на выходную [2]. Данный алгоритм достаточно прост в реализации, однако имеет ряд ограничений на использование, в частности, при наличии выбросов продуцируются некорректные предсказания, также не рекомендуется использование модели при наличии между факторов сильной взаимосвязи. В рассматриваемом случае коэффициенты корреляции между признаками не превышали по модулю 0,4 (таблица 1), поэтому использование линейной регрессии было возможным. Стоит отметить, что наибольшее влияние на время разогрева оказывает место происхождения сырья, так как сырье из разных источников обладает разным химическим составом, крупностью и влажностью, а также отличается по времени пребывания в пути от места загрузки до места выгрузки. Минимальное влияние оказывает число вагонов, но это обусловлено тем, что в выборке присутствовали записи с минимальным раз-

бросом по числу вагонов в составе – во всех случаях данные содержали сведения о 7-9 вагонах.

Таблица 1 – Коэффициенты парной корреляции параметров

Параметр	Время разогрева
№ гаража	0.02
Код сырья	-0.34
Число вагонов	0.01
Влажность сырья	-0.12
Содержание алюминия	0.16
Содержание марганца	0.05
Крупность	0.07
Температура окружающей среды на начало разогрева	0.09
Влажность окружающей среды на начало разогрева	-0.02
Минимальная температура в гараже в цикле разогрева	-0.06
Температура в гараже на момент вывода	0.01
Разность температур внутри гаража в ходе разогрева	0.11
Разность температур внутри гаража в ходе разогрева средняя по сырью	-0.04
Время разогрева	1.000

Для оценки качества полученной модели было принято решение использовать такие метрики, как средняя квадратическая ошибка (MSE) и коэффициент детерминации ( $R^2$ ).

Средняя квадратическая ошибка – это оценка квадрата отклонения прогнозного значения выходной переменной от фактического в среднем по выборке. Формула расчета представлена в формуле 1:

$$MSE = \frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N (y_{\phi} - y_{п})^2 \quad (1)$$

где N – число записей в выборке;

$y_{\phi}$  – фактическое значение целевого параметра;

$y_{п}$  – предсказанное моделью значение целевого параметра.

Коэффициент детерминации ( $R^2$ ) позволяет оценить, насколько моделью оценивается изменчивость в данных. Для оценки коэффициента детерминации возможно использование формулы 2:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (y_{\phi} - y_{п})^2}{\sum_{i=1}^N (y_{\phi} - \bar{y})^2} \quad (2)$$

где  $\bar{y}$  – среднее из фактического значения целевой переменной [3].

Коэффициент детерминации может принимать значения от 0 до 1. Чем ближе полученная безразмерная величина к 1, тем более точно моделью учитываются изменения в данных. При решении задач регрессии приемлемыми считаются значения от 0,5 и выше.

Было произведено несколько процедур по построению моделей. Вначале были использованы сведения в исходном виде, то есть, без введения каких-либо дополнительных косвенных переменных. Было отмечено, что при данном составе переменных точность модели не удовлетворяет требованиям: коэффициент детерминации был равен 0,3 при минимально допустимом 0,5, а средняя квадратическая ошибка составила около 40 минут, то есть, полученная модель не позволяла предсказывать время разогрева.

Для улучшения качества модели были введены дополнительные переменные, такие как средняя разность между минимальной и максимальной температурой внутри гаража одного цикла разогрева по каждому из видов сырья, средняя разность между начальной температурой внутри гаража и максимальной температурой внутри гаража одного цикла разогрева по каждому из видов сырья. При добавлении новых переменных удалось повысить точность модели: по результатам оценки, коэффициент детерминации был равен 0,7, а средняя квадратическая ошибка составила около 13 минут, что является приемлемым для решаемой задачи. В таблице 2 представлены коэффициенты модели регрессии.

Полученная модель в дальнейшем была использована при разработке программного продукта, позволяющего оценить время выдержки вагона при различных характеристиках сырья.

Таблица 2 – Коэффициенты модели регрессии

	<i>Коэффициенты</i>
У-пересечение	189.38
Число вагонов	0.12
Содержание алюминия	17.10
Содержание марганца	-12.78
№ секции	3.32
Температура окружающей среды на начало разогрева	-6.56
Влажность окружающей среды на начало разогрева	-0.24
Крупность	-0.08
Разность температур внутри гаража в ходе разогрева	-0.36
Разность температур внутри гаража в ходе разогрева средняя по сырью	2.22
Код сырья	-28.59

#### Библиографический список

1. Моделирование процессов и систем : учебник и практикум для вузов / Е. В. Стельмашонок, В. Л. Стельмашонок, Л. А. Еникеева, С. А. Соколовская ; под редакцией Е. В. Стельмашонок. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 289 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04653-3. – Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/489931>
2. Иванов, И. С. Линейная регрессия как метод восстановления и ретроспективного прогноза временных рядов геоиндуцированных токов / И. С. Иванов // E-Scio. – 2021. – № 7(58). – С. 296-300
3. Копотева, А. В. Модели машинного обучения в задаче прогнозирования природно-ресурсного потенциала Пермского края / А. В. Копотева, А. А. Максимов, Н. А. Сиротина // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2021. – Т. 21. – № 4. – С. 126-136. – DOI 10.14529/ctcr210411

## СПИСОК АВТОРОВ

<b>B</b>		Арбузов И.С.	336
		Асмаатбеков А.К.	599
Bandyopadhyay S.	177	<b>Б</b>	
Banerjee A.	177, 420	Бабушкин С.В.	605
Bhattacharjee S.	177, 420	Бабушкина О.С.	406, 480
Bhattacharyya S.	172	Байдалин А.Д.	247
<b>C</b>		Баловнев Е.А.	20
Chakraborty P.	172, 420	Баркалов С.А.	385, 491
<b>D</b>		Барышникова К.В.	551
Das A.	172	Бегинина А.Г.	413, 417
<b>G</b>		Бедарев М.А.	571
Gusev S.S.	98	Бекирова О.Н.	491
<b>K</b>		Белавенцева Д.Ю.	341
Kukolev A.A.	145	Белов В.М.	513
<b>M</b>		Белоусова О.Н.	276
Misra P.	172	Белый А.М.	155
<b>N</b>		Билецкая Д.А.	152
Neogi B.	172, 177, 420	Блинов Р.В.	542
Nikitenko M.S.	172, 177, 420	Блюмин С.Л.	459
<b>P</b>		Борщинский М.Ю.	608, 616
Pal M.	172, 177, 420	Бочаров Вик.В.	332
Piotrovsky D.L.	145	Бочаров Вяч.В.	332
Podgorny S.A.	145	Буинцев В.Н.	199, 257
<b>R</b>		Бурков В.Н.	9
Roos K.	368	Буркова И.В.	9
Roy M.	420	Бычков А.Г.	453
<b>S</b>		Бычков К.В.	542
Sinha N.	177	<b>В</b>	
Spitsyn V.V.	145	Васянин А.К.	521
<b>Y</b>		Веревкин В.И.	79
Yao Keyu	264	Веревкин С.В.	79
<b>A</b>		Власенко А.Е.	244, 487
Агапитов Е.М.	316	Вторникова Я.А.	491
Александрова М.И.	469	<b>Г</b>	
Амелина К.Е.	464	Гайнутдинов Л.Н.	320
Антонов Е.В.	167	Гасымов Р.Р.	341
		Гатаулина И.М.	240
		Гейль К.Э.	303
		Голиков Д.Ю.	316
		Голодова М.А.	219
		Гольцев В.А.	117
		Гоосен Е.В.	391
		Городнов Я.А.	310
		Гостевская А.Н.	396
		Графкин А.В.	469
		Грачев А.В.	307
		Губанов К.Н.	382
		Губанов Н.В.	212
		Гурин И.А.	3, 56, 61, 167, 348

Гутова С.Г.	279	Кораблина Т.В.	476
Гуторова Е.А.	123	Корнеев В.А.	109
<b>Д</b>		Корнеева Д.И.	109
Дворянчиков М.В.	152	Коровин Е.В.	193
Добронец Б.С.	437, 442	Костылева Л.Ю.	354
Домнышев А.В.	447	Кравцов М.С.	536
Дробышев В.К.	325, 377	Крестелев Д.А.	494
Дудко В.А.	117	Кручинин Д.В.	135
Дурнев А.А.	336	Крюков А.В.	193
<b>Е</b>		Кубарев В.А.	586, 592, 599, 605
Ермакова Л.А.	411	Кузнецова Е.С.	310, 336, 377, 586
Ершов А.К.	117	Кузьмин Д.Е.	542
Ефременкова М.В.	90	Кулаков С.М.	37, 74
<b>Ж</b>		Кулебакин И.И.	109
Жилина Н.М.	15, 244, 487	Куликов Е.С.	113
Жуков П.И.	293	Купчик Б.М.	193
<b>З</b>		Купчик М.Б.	193
Зайцев Н.С.	586	Курмаз Д.А.	533
Затепякин О.А.	447	<b>Л</b>	
Захарова Е.В.	244	Лавров В.В.	3, 56, 61, 348
Зеркаль С.М.	276, 360	Лактионов С.А.	322
Зимин А.В.	528	Леонтъев А.С.	204
Золотов А.В.	139	Ликсонова Д.И.	251
<b>И</b>		Логунов Г.М.	257, 260
Игушев В.Ф.	79	Ложкин А.А.	391
Исаев В.В.	494	Лукоянов А.В.	139
Истомин А.С.	32	<b>М</b>	
<b>К</b>		Мажарова Л.А.	385
Каган Е.С.	391	Маркидонов А.В.	396
Каиркенов Х.К.	528	Мартусевич Е.А.	199
Калашников С.Н.	382, 406, 480, 517, 521	Маршев Д.А.	25, 592
Каменная А.В.	95	Маслова Е.В.	453
Качалкова К.И.	341	Медведев А.В.	251
Кизиллов С.А.	20, 90, 95	Мезенцева А.В.	575
Кипервассер М.В.	555, 571	Михайлов И.С.	345
Киселев Е.В.	117	Михайлова О.В.	132
Киселёва Т.В.	453, 533	Михайлович А.П.	316
Клевцов С.А.	564	Михальченко М.А.	391
Климантова И.П.	244	Модзелевский Д.Е.	564
Климов О.А.	167	<b>Н</b>	
Кожевников А.А.	286	Наджафов Т.И.	299
Койнов Р.С.	74, 494	Никитенко М.С.	20, 90, 95
Колпинская С.А.	391	Нинидзе Д.Л.	499
Колчагов П.О.	608	Новиков А.А.	193
Кольчурина М.А.	272	Новосельцева М.А.	279
Коновалов О.В.	571	Нохрина О.И.	219
		<b>О</b>	
		Островляничик В.Ю.	586, 592

## П

Павлов А.В.	3
Павлова Л.Д.	400
Панкова И.И.	494
Перевалова О.С.	385
Пермякова Е.П.	332
Пестрецов А.Е.	336
Пестунов А.И.	513
Петров В.А.	345
Пешков А.В.	360
Полещенко Д.А.	345
Полосухин А.Е.	336
Попинако Я.В.	20
Попова О.А.	437, 442
Поповян Н.О.	506
Поползин И.Ю.	25, 325, 592
Прокопенко С.С.	578
Прохоров И.М.	132, 161
Пьянова Е.А.	167

## Р

Ренге Л.В.	487
Решитько М.А.	524
Рогачев В.Е.	316
Рогожников И.П.	612, 616
Рожихина И.Д.	219
Романова В.А.	325, 377
Рыбенко И.А.	199, 219, 231, 341, 368
Рыбка А.Д.	513
Рыленков Д.А.	517
Рябов А.В.	365

## С

Сазонова Г.А.	128
Саидмуродов Б.Р.	56
Сарсембин А.О.	599
Сёмина В.В.	372
Сеченов П.А.	225, 231
Симилова А.А.	68
Спиридонов В.В.	132
Спирин Н.А.	3, 32, 61, 348
Стищенко К.П.	555
Сулимова А.А.	68
Суриков К.Э.	193

## Т

Тагильцев-Галета К.В.	322
-----------------------	-----

Тараборина Е.Н.	74
Тарасенко А.А.	547
Таскабулов Г.Р.	155
Темнохудов Д.Р.	37
Титова Т.К.	325
Трофимов В.Б.	42

## У

Усов А.Б.	499, 506, 536
Ушакова Д.Е.	204

## Ф

Фадеев Р.Н.	237
Федоров В.В.	559
Федосова Л.О.	139
Федотов Г.А.	3, 32
Филина О.А.	578
Филипас А.А.	365
Фомин А.В.	293
Фомин В.В.	316
Фрянов В.Н.	400

## Х

Херасков В.Ю.	15
Худоногов Д.Ю.	20, 90, 95

## Ч

Черкасов П.В.	20
Четвертков Е.В.	476
Чеченин Г.И.	15
Чичерин И.В.	68

## Ш

Шабля Ю.В.	135
Шикова А.А.	139
Шломин А.А.	437

## Щ

Щепкин А.В.	464
Щипанов К.А.	32

## Я

Якушева О.Н.	244
Якушенков Д.В.	269

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

*Спирин Н.А., Лавров В.В., Павлов А.В., Гурин И.А., Федотов Г.А.*

**Интегрированная автоматизированная информационно-моделирующая система анализа и прогнозирования параметров работы комплекса доменных печей ..... 3**

*Бурков В.Н., Буркова И.В.*

**Метод сетевого программирования в задачах управления ..... 9**

*Жилина Н.М., Чеченин Г.И., Херасков В.Ю.*

**Медицинская демография в сравнении показателей России и Новокузнецка..... 15**

*Кизилов С.А., Баловнев Е.А., Черкасов П.В., Никитенко М.С., Худогов Д.Ю., Попинако Я.В.*

**Подходы к автоматизированной оценке объема и состава горной массы в процессе выпуска угля на забойный конвейер ..... 20**

*Поползин И.Ю., Маршев Д.А.*

**Анализ режимов работы электропривода подъемной установки, построенного на основе машины двойного питания ..... 25**

### **СЕКЦИЯ 1. Системы автоматизации производственного, исследовательского и учебного назначения**

*Спирин Н.А., Федотов Г.А., Истомин А.С., Щипанов К.А.*

**Количественные критерии и алгоритмы расчета для оценки диагностики режима работы доменной печи ..... 32**

*Темнохудов Д.Р., Кулаков С.М.*

**О формировании оптимальных раскройных планов на участке отделки 25-метровых рельсов..... 37**

*Трофимов В.Б.*

**Распознавание состояния доменной плавки на основе нейросетевых технологий ..... 42**

*Саидмуродов Б.Р., Лавров В.В., Гурин И.А.*

**Проектирование и программная реализация интеллектуальной системы анализа температуры холодильников системы охлаждения доменной печи ..... 56**

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

**Применение в образовательной деятельности гибкой методологии разработки программного обеспечения информационных систем..... 61**

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

**Программно-аппаратный комплекс автоматизированной системы управления радиальным сгустителем на основе концепции пространства состояний и вейвлет-преобразований при неполной информации о технологических параметрах..... 68**

*Койнов Р.С., Кулаков С.М., Тараборина Е.Н.*

**О разработке моделирующего комплекса для исследования эффективности механизмов прецедентного управления ..... 74**

<i>Веровкин В.И., Игушев В.Ф., Веровкин С.В.</i>	
<b>Конструкторско-технологические меры повышения стойкости стальных обшивок судов к электрохимической коррозии .....</b>	<b>79</b>
<i>Худоногов Д.Ю., Ефременкова М.В., Никитенко М.С., Кизилов С.А.</i>	
<b>Система контроля качества масла в режиме реального времени эксплуатации агрегатов в полевых и лабораторных условиях .....</b>	<b>90</b>
<i>Каменная А.В., Кизилов С.А., Никитенко М.С., Худоногов Д.Ю.</i>	
<b>Методы экспресс-анализа состава газовой среды при проведении подземной добычи угля.....</b>	<b>95</b>
<i>Gusev S.S.</i>	
<b>Construction of a modified algorithm for identifying a dynamic control object based on experimental data from VVER-440 and VVER-1000 reactor models .....</b>	<b>98</b>
<i>Кулебакин И.И., Корнеева Д.И., Корнеев В.А.</i>	
<b>Анализ существующих экспресс-методов определения прочности горных пород на предмет возможности их применения в роботизированных горных машинах при проведении анкерного крепления выработок .....</b>	<b>109</b>
<i>Куликов Е.С.</i>	
<b>Разработка автоматизированной системы вибродиагностики эксгаустеров агломерационной фабрики.....</b>	<b>113</b>
<i>Гольцев В.А., Киселев Е.В., Дудко В.А., Ершов А.К.</i>	
<b>Моделирование системы принудительного удаления газопылевой смеси из помещения плавильного цеха.....</b>	<b>117</b>
<i>Гуторова Е.А.</i>	
<b>Современные технологии автоматизации в управлении буровзрывными работами.....</b>	<b>123</b>
<i>Сазонова Г.А.</i>	
<b>Стабилизация параметров газовой смеси на отопление нагревательных печей .....</b>	<b>128</b>
<i>Спиридонов В.В., Прохоров И.М., Михайлова О.В.</i>	
<b>Прикладные задачи использования имитационных моделей технологических процессов автоматизированных производств .....</b>	<b>132</b>
<i>Шабля Ю.В., Кручинин Д.В.</i>	
<b>Автоматизация генерации и проверки математических задач с помощью системы STACK в Moodle LMS.....</b>	<b>135</b>
<i>Шикова А.А., Федосова Л.О., Золотов А.В., Лукоянов А.В.</i>	
<b>Моделирование и разработка комплексного программного обеспечения для пневматического стенда под управлением отечественным ПЛК .....</b>	<b>139</b>
<i>Kukolev A.A., Piotrovsky D.L., Podgorny S.A., Spitsyn V.V.</i>	
<b>Particle swarm optimization method software algorithm for complex control system dynamic link approximation with second order aperiodic link .....</b>	<b>145</b>
<i>Билецкая Д.А., Дворянчиков М.В.</i>	
<b>Сентимент-анализ: классификация текстов по эмоциональной окраске .....</b>	<b>152</b>
<i>Таскабулов Г.Р., Белый А.М.</i>	
<b>Разработка автоматизированной online - системы консультирования на базе электронного мессенджера Telegram.....</b>	<b>155</b>

<i>Прохоров И.М.</i> <b>Трансформация образовательного процесса на основе цифровых моделей технологических объектов .....</b>	<b>161</b>
<i>Пьянова Е.А., Антонов Е.В., Климов О.А., Гурин И.А.</i> <b>Применение Headless CMS Directus при разработке веб-сайтов .....</b>	<b>167</b>
<i>Chakraborty P., Bhattacharyya S., Misra P., Pal M., Neogi B., Nikitenko M.S., Das A.</i> <b>A IOT based platform for upper limb rehabilitative services .....</b>	<b>172</b>
<i>Bhattacharjee S., Bandyopadhyay S., Sinha N., Banerjee A., Pal M., Neogi B., Nikitenko M.</i> <b>Experimental investigation of inductor topologies: a modification of triangular model .....</b>	<b>177</b>
<i>Крюков А.В., Купчик Б.М., Новиков А.А., Суриков К.Э., Коровин Е.В., Купчик М.Б.</i> <b>Автоматизированная система анализа эффективности лекарственных препаратов и принятия решений на базе методологии доказательной медицины.....</b>	<b>193</b>
<b>СЕКЦИЯ 2. Моделирование и наукоемкие информационные технологии в промышленности, науке и образовании</b>	
<i>Мартусевич Е.А., Рыбенко И.А., Буинцев В.Н.</i> <b>Программный комплекс «Алюминщик» для моделирования и оптимизации процесса формирования алюминиевого сплава в электрическом миксере сопротивления .....</b>	<b>199</b>
<i>Леонтьев А.С., Ушакова Д.Е.</i> <b>Разработка и интеграция модуля «Энергетика» для применения в рамках системы математического моделирования на АО «ЕВРАЗ ЗСМК» .....</b>	<b>204</b>
<i>Губанов Н.В.</i> <b>Использование численных методов в алгоритме обратного распространения ошибки на примере использования метода градиентного спуска .....</b>	<b>212</b>
<i>Голодова М.А., Рыбенко И.А., Рожихина И.Д., Нохрина О.И.</i> <b>Термодинамическое моделирование процесса восстановления марганца из монофазного материала .....</b>	<b>219</b>
<i>Сеченов П.А.</i> <b>Влияние параметра релаксации на скорость сходимости численных методов в программном комплексе T-ENERGY .....</b>	<b>225</b>
<i>Сеченов П.А., Рыбенко И.А.</i> <b>Исследование сходимости численных методов при расчете термодинамического равновесия в программном комплексе T-ENERGY .....</b>	<b>231</b>
<i>Фадеев Р.Н.</i> <b>Интеллектуальная поддержка принятия решений при управлении технологическими процессами.....</b>	<b>237</b>
<i>Гатауллина И.М.</i> <b>Построение математической модели собственных колебаний энергетического трубопровода .....</b>	<b>240</b>
<i>Жилина Н.М., Власенко А.Е., Климантова И.П., Захарова Е.В., Якушева О.Н.</i> <b>Современный опыт дистанционного обучения в системе здравоохранения .....</b>	<b>244</b>

<i>Байдалин А.Д.</i>	
<b>Продвинутое алгоритмы машинного обучения для решения задач математического моделирования .....</b>	<b>247</b>
<i>Ликсонова Д.И., Медведев А.В.</i>	
<b>О моделировании лавинообразных процессов.....</b>	<b>251</b>
<i>Буинцев В.Н., Логунов Г.М.</i>	
<b>Автоматизированная обучающая система.....</b>	<b>257</b>
<i>Логунов Г.М.</i>	
<b>Цифровая литература в современном формате .....</b>	<b>260</b>
<i>Yao Keui</i>	
<b>Robust portfolio selection with wasserstein distance .....</b>	<b>264</b>
<i>Якушенков Д.В.</i>	
<b>Роль цифровых средств в анализе и противодействии влияния добычи полезных ископаемых на экологию .....</b>	<b>269</b>
<i>Кольчурина М.А.</i>	
<b>Разработка прогнозной модели оценки времени разморозки железнорудного сырья .....</b>	<b>272</b>
<i>Белоусова О.Н., Зеркаль С.М.</i>	
<b>Вычислительные алгоритмы палеомагнитной диагностики в случае бимодальной выборки.....</b>	<b>276</b>
<i>Новосельцева М.А., Гутова С.Г.</i>	
<b>Влияние шага дискретизации на точность идентификации мультисинусоидальных сигналов.....</b>	<b>279</b>
<i>Кожевников А.А.</i>	
<b>Моделирование процесса контроля проектной деятельности в сфере дополнительного профессионального образования .....</b>	<b>286</b>
<i>Жуков П.И., Фомин А.В.</i>	
<b>Разработка концепции надсистемы энергоэффективного управления нагревательной печью .....</b>	<b>293</b>
<i>Наджафов Т.И.</i>	
<b>О способах поиска и обнаружения загрязнений окружающей среды на спутниковых снимках средствами искусственных нейронных сетей.....</b>	<b>299</b>
<i>Гейль К.Э.</i>	
<b>О новых путях сбора сведений о ЧС и информировании населения.....</b>	<b>303</b>
<i>Грачев А.В.</i>	
<b>О типах передаваемых данных и оценке их влияния на состояние промежуточного сетевого узла-посредника .....</b>	<b>307</b>
<i>Городнов Я.А., Кузнецова Е.С.</i>	
<b>Исследование математических методов определения объема снижения потребления энергопринимающих устройств в проекте управления спросом на электроэнергию .....</b>	<b>310</b>
<i>Агапитов Е.М., Фомин В.В., Михайлович А.П., Рогачев В.Е., Голиков Д.Ю.</i>	
<b>Аспекты математического анализа статистических данных пробных площадей в качестве определения возрастных интервалов на основе размеров крон лиственницы сибирской (Полярный Урал) .....</b>	<b>316</b>

<i>Гайнутдинов Л.Н.</i> <b>Роль и место информационных технологий в инвестициях.....</b>	<b>320</b>
<i>Тагильцев-Галета К.В., Лактионов С.А.</i> <b>Цифровая метрология: определение и ее место в моделировании систем.....</b>	<b>322</b>
<i>Романова В.А., Дробышев В.К., Титова Т.К., Поползин И.Ю.</i> <b>Исследования влияний молнии на низковольтные системы высоковольтных электрических подстанций 110 кВ.....</b>	<b>325</b>
<i>Пермякова Е.П., Бочаров Вик.В., Бочаров Вяч.В.</i> <b>Data Mining в реальном времени .....</b>	<b>332</b>
<i>Кузнецова Е.С., Дурнев А.А., Пестрецов А.Е., Арбузов И.С., Полосухин А.Е.</i> <b>Имитационное моделирование подстанции в среде «MATLAB – SIMULINK».....</b>	<b>336</b>
<i>Рыбенко И.А., Белавенцева Д.Ю., Гасымов Р.Р., Качалкова К.И.</i> <b>Методика расчёта материального баланса кислородно-конвертерного процесса.....</b>	<b>341</b>
<i>Полеценко Д.А., Петров В.А., Михайлов И.С.</i> <b>Использование YOLOv5 для определения густоты всходов подсолнечника.....</b>	<b>345</b>
<i>Гурин И.А., Лавров В.В., Спиринов Н.А.</i> <b>Программные средства решения задач оптимизации в информационно-моделирующих системах .....</b>	<b>348</b>
<i>Костылева Л.Ю.</i> <b>Моделирование теплового состояния многослойных биметаллических пластин.....</b>	<b>354</b>
<i>Зеркаль С.М., Пешков А.В.</i> <b>Численное исследование томографической разрешимости специальной задачи дефектоскопии.....</b>	<b>360</b>
<i>Филипас А.А., Рябов А.В.</i> <b>Система технического зрения для условий плохой видимости в воздушной среде .....</b>	<b>365</b>
<i>Рыбенко И.А., Roos К.</i> <b>Анализ критериев оптимизации и способов решения оптимизационных задач в металлургии .....</b>	<b>368</b>
<i>Сёмина В.В.</i> <b>Декомпозиция и агрегирование слабосвязанных окрестностных систем.....</b>	<b>372</b>
<i>Кузнецова Е.С., Дробышев В.К., Романова В.А.</i> <b>Моделирование и оптимизация системы электроснабжения теплосиловой установки с применением альтернативного источника топлива .....</b>	<b>377</b>
<i>Губанов К.Н., Калашиников С.Н.</i> <b>Основы алгоритмизации для разработки мобильного приложения с целью распознавания кодов Data Matrix.....</b>	<b>382</b>
<i>Перевалова О.С., Баркалов С.А., Мажарова Л.А.</i> <b>Моделирование процесса внедрения системы наставничества в организационных системах.....</b>	<b>385</b>

<i>Каган Е.С., Гоосен Е.В., Колтинская С.А., Ложкин А.А., Михальченко М.А.</i>	
<b>Проблемы и перспективы направления разработки инструментов количественной оценки стрессоустойчивости цепочек добавленной стоимости в угольной отрасли.....</b>	<b>391</b>
<i>Гостевская А.Н., Маркидонов А.В.</i>	
<b>Изменение поверхности ОЦК-кристалла при лазерной абляции .....</b>	<b>396</b>
<i>Павлова Л.Д., Фрянов В.Н.</i>	
<b>Моделирование предразрушения горных пород под влиянием микросейсмических воздействий на геомассив в окрестности подземных горных выработок и угольных целиков.....</b>	<b>400</b>
<i>Бабушкина О.С., Калашиников С.Н.</i>	
<b>Итерационный метод решения уравнений над телом кватернионов .....</b>	<b>406</b>
<i>Ермакова Л.А.</i>	
<b>Опыт разработки плагинов в СУО Moodle для анализа работы пользователей .....</b>	<b>411</b>
<i>Бегина А.Г.</i>	
<b>Информационная система ведения расписания для образовательного центра .....</b>	<b>413</b>
<i>Бегина А.Г.</i>	
<b>Ценность информационных технологий в системах управления .....</b>	<b>417</b>
<i>Bhattacharjee S., Chakraborty P., Roy M., Banerjee A., Pal M., Nikitenko M.S., Neogi B.</i>	
<b>Analytical solution of ‘nonlinearly coupled electromechanical model equations’ of human cardiovascular muscle.....</b>	<b>420</b>
<b>СЕКЦИЯ 3. Информационные технологии в управлении организационными системами</b>	
<i>Добронец Б.С., Попова О.А., Шломин А.А.</i>	
<b>Прогнозная аналитика и большие данные в оценке рисков инвестиционных проектов .....</b>	<b>437</b>
<i>Добронец Б.С., Попова О.А.</i>	
<b>Информационно-аналитические подходы в анализе неструктурированных данных .....</b>	<b>442</b>
<i>Домнышев А.В.2, Затеякин О.А.</i>	
<b>Опережающее развитие персонала как фактор повышения конкурентоспособности персонала и развития бизнеса .....</b>	<b>447</b>
<i>Бычков А.Г., Киселёва Т.В., Маслова Е.В.</i>	
<b>Использование детекции в свёрточных нейронных сетях для повышения точности классификации.....</b>	<b>453</b>
<i>Блюмин С.Л.</i>	
<b>Метаграфы и редукция Крона в моделировании оргсистем.....</b>	<b>459</b>
<i>Щепкин А.В., Амелина К.Е.</i>	
<b>Стимулирование публикационной активности.....</b>	<b>464</b>
<i>Графкин А.В., Александрова М.И.</i>	
<b>Разработка системы реализации алгоритма anti-tailgate для предотвращения несанкционированного прохода.....</b>	<b>469</b>

<i>Четвертков Е.В., Кораблина Т.В.</i>	
<b>Разработка продукционной модели представления знаний системы поддержки принятия решений для формирования учебной нагрузки кафедры.....</b>	<b>476</b>
<i>Бабушкина О.С., Калашиников С.Н.</i>	
<b>Разработка теоретических основ для управления улично-дорожной сетью с целью оптимизации движения транспортного потока.....</b>	<b>480</b>
<i>Власенко А.Е., Жилина Н.М., Ренге Л.В.</i>	
<b>Информационная система поддержки принятия решений для охраны репродуктивного здоровья .....</b>	<b>487</b>
<i>Баркалов С.А., Бекирова О.Н., Вторникова Я.А.</i>	
<b>Определение оптимального состава парка и типа машин с применением современных экономико-математических моделей .....</b>	<b>491</b>
<i>Крестелев Д.А., Панкова И.И., Койнов Р.С., Исаев В.В.</i>	
<b>Разработка сервиса «Ментор Федеральной налоговой службы России».....</b>	<b>494</b>
<i>Нинидзе Д.Л., Усов А.Б.</i>	
<b>Автоматизация внедрения инноваций на предприятии .....</b>	<b>499</b>
<i>Поповян Н.О., Усов А.Б.</i>	
<b>Аналитический блок автоматической системы поддержки решений управления строительной компанией .....</b>	<b>506</b>
<i>Рыбка А.Д., Пестунов А.И., Белов В.М.</i>	
<b>Сравнительный анализ устройств контроля перемещений в производственных помещениях .....</b>	<b>513</b>
<i>Рыленков Д.А., Калашиников С.Н.</i>	
<b>Разработка концепции управления доступом к информационным ресурсам предприятия на основе моделирования бизнес-процессов .....</b>	<b>517</b>
<i>Васянин А.К., Калашиников С.Н.</i>	
<b>Подходы к управлению распределением подвижного состава операторских компаний на железнодорожном транспорте .....</b>	<b>521</b>
<i>Решицько М.А.</i>	
<b>Информационно-аналитическая система управления потреблением водных ресурсов в регионах .....</b>	<b>524</b>
<i>Каиркенов Х.К., Зимин А.В.</i>	
<b>О проблемах, факторах успеха и рисках управления программами развития .....</b>	<b>528</b>
<i>Курмаз Д.А., Киселёва Т.В.</i>	
<b>Анализ недостатков в существующих системах регулирования дорожного движения .....</b>	<b>533</b>
<i>Кравцов М.С., Усов А.Б.</i>	
<b>Моделирование деятельности предприятия по разработке программного обеспечения для медицинских учреждений .....</b>	<b>536</b>
<i>Бычков К.В., Кузьмин Д.Е., Блинов Р.В.</i>	
<b>Сравнение функционального и объектно-ориентированного программирования в наукоёмких технологиях.....</b>	<b>542</b>

*Тарасенко А.А.*

**Применение стемминга для информационного поиска среди медицинского кластера документов ..... 547**

*Рыбка А.Д., Пестунов А.И., Белов В.М.*

**Сессии в ASP.NET или как создать собственный сервис для работы с ними ..... 551**

#### **СЕКЦИЯ 4. Современный автоматизированный электропривод и промышленная электроника**

*Стищенко К.П., Купервассер М.В.*

**Причины и влияние искажений питающего напряжения на функционирование устройств микропроцессорной электрической централизации железнодорожного транспорта ..... 555**

*Федоров В.В.*

**Управление электроприводом постоянного тока с применением регулятора на нечеткой логике ..... 559**

*Клевцов С.А., Модзелевский Д.Е.*

**Исследование системы векторного управления асинхронного многодвигательного электропривода кантования угольного вагоноопрокидывателя «ВРС-93-110М» ..... 564**

*Бедарев М.А., Коновалов О.В., Купервассер М.В.*

**Проблемы применения силовых трансформаторов с группой соединения обмоток Y/Yn-0 в распределительных сетях 0,4 кв. .... 571**

*Мезенцева А.В.*

**Вопросы выбора и применения технических средств регулируемого электропривода буровых установок..... 575**

*Филина О.А., Прокопенко С.С.*

**Линейные модели систем в пространстве состояний ..... 578**

*Островлянчик В.Ю., Кубарев В.А., Зайцев Н.С., Кузнецова Е.С.*

**Имитационное моделирование системы автоуправления с переменной структурой для векторного управления синхронным электродвигателем классической конструкции ..... 586**

*Островлянчик В.Ю., Маршев Д.А., Кубарев В.А., Поползин И.Ю.*

**Синтез адаптивного управления магнитным потоком возбуждения статора асинхронного двигателя с фазным ротором..... 592**

*Сарсембин А.О., Кубарев В.А., Асмаатбеков А.К.*

**Моделирование электропривода переменного тока с вентиляторной нагрузкой ..... 599**

*Бабушкин С.В., Кубарев В.А.*

**Внедрение системы предиктивной аналитики на агрегатах цеха химического улавливания и производства коксохимической продукции АО «ЕВРАЗ ЗСМК» ..... 605**

*Колчагов П.О., Борщинский М.Ю.*

**Разработка регулятора мощности с помощью системы автоматизированного проектирования Proteus..... 608**

*Рогожников И.П.*

**Технология подготовки печатных плат к производству..... 612**

*Рогожников И.П., Борщинский М.Ю.*

<b>Физическая модель ШПУ с микропроцессорной системой управления .....</b>	<b>616</b>
<b>СПИСОК АВТОРОВ.....</b>	<b>620</b>
<b>СОДЕРЖАНИЕ .....</b>	<b>623</b>

Научное издание

**СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ  
(в образовании, науке и производстве)  
AS' 2022**

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

**15-16 декабря 2022 г.**

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

Техническое редактирование и компьютерная верстка В.И. Кожемяченко

Подписано в печать 05.12.2022 г.

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

Усл. печ. л. 37.13. Уч.-изд. л. 40.40. Тираж \_\_\_\_\_ экз. Заказ \_\_\_\_\_.

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