

**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

работки сигналов, начиная от лабораторных обучающих стендов до промышленных систем управления технологическими процессами и распределённых систем обработки информации, аналитики и принятия решений.

Библиографический список

1. Гильбо Е. П., Челпанов И. Б. Обработка сигналов на основе упорядоченного выбора. М.: Сов. радио, 1976, 344с.
2. Данильянц Л. Г., Ершов А. А., Авдеев В. П. и др. — Изв. вуз. Черная металлургия, 1978, № 6, с.153 – 158.
3. Авдеев В.П., Кустов Б.А., Мышляев Л.П. Производственно-исследовательские системы с многовариантной структурой. – Новокузнецк: Кузбасский филиал Инж.Академии. 1992. 188с.
4. Даниелян Т.М., Авдеев В.П., Шафир А.М. Обработка информативных участков данных, – Известия ВУЗов, Черная металлургия, 1979, №10, с. 105-110.
5. Даниелян Т.М., Авдеев В.П., Парпаров Я.Г, Первичная обработка информации с помощью ЭВМ //Известия ВУЗов. Черная металлургия. – 1981,– № 7,- с. 14-19.
6. Хаттон Л., Уэрдингтон М., Мейкин Дж. Обработка сейсмических данных. Теория и практика. - МИР, Москва, 1989 г. - 216 с.
7. KNIME. Software documentation [Электронный ресурс] // URL: <https://docs.knime.com/> (дата обращения: 15.06.2021).
8. MathWorks MATLAB documentation. Signal Processing Toolbox [Электронный ресурс] // URL: <https://www.mathworks.com/help/signal/index.html> (дата обращения: 15.06.2021).
9. Гулевич Т.М. Автоматизированный распределенный лабораторно-практический комплекс по информационно-измерительным технологиям / Гулевич Т.М., Морозов П.А., Макаров Г.В., Федотов А.А. // В сборнике: Автоматизированный электропривод и промышленная электроника. Труды Шестой Всероссийской научно-практической конференции. Под общей редакцией В.Ю. Островлянича. 2014. С. 140-149.
10. Гулевич Т.М. Автоматизированный лабораторный практикум на базе web-технологий / Гулевич Т.М., Морозов П.А., Макаров Г.В., Чабан М.С. // В сборнике: Информатизация инженерного образования ИНФОРИНО-2014. Труды международной научно-методической конференции. 2014. С. 345-348.

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТРАДИЦИОННЫХ И ТЕСТОВЫХ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Гулевич Т.М., Исаев Э.В.

Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, Россия, eduard-isaev-2000@mail.ru

Аннотация. Основным предметом исследования в данной работе являются метрологический точностной анализ традиционных и тестовых методов измерения. Цель работы: развитие инженерной методики предельного метрологического анализа тестовых методов. В результате исследования были получены аналитические выражения для предельных значений результирующей погрешности измерения и произведено сравнение полученных результатов.

Ключевые слова: образная имитация, методы измерений, моделирование, метрологический анализ, погрешности измерения.

Abstract. The main research subject of this work is metrological precision analysis and test measurement methods. Purpose of the work: development of an engineering technique for limiting metrological analysis of test methods. As a result, analytical expressions for the limiting values of the result-

ing measurement error were obtained and a comparison of the results obtained was made.

Keywords: *figurative imitation, measurement methods, modeling, metrological analysis, measurement errors.*

В основе традиционного метрологического анализа представления и обработки результатов измерений лежит так называемый теоретико-вероятностный (статистический подход), который имеет ряд жёстких предпосылок относительно представления погрешности измерения в виде случайных величин, как правило, нормального распределения, адекватность которых часто трудно и вообще невозможно проверить на практике.

В работе [1] приведен анализ и оценка погрешности тестовых методов повышения точности измерения, позволяющих рассматривать вопросы синтеза измерительных систем, использующих тестовые алгоритмы, выбора оптимальных параметров тестов, а также расчеты метрологических характеристик при условии задания доверительной вероятности, закона распределения погрешностей либо его статистических параметров (математического ожидания и дисперсии).

Нестационарность, нелинейность, распределенность свойств объектов измерения, нестабильность метрологических характеристик средств измерений в действующих автоматизированных системах контроля и регулирования, связанная с влиянием различных воздействий, неизбежных в условиях промышленного производства, приводит к недостоверным результатам и большим погрешностям измерения [2].

Использование традиционных периодических поверок и испытаний автоматизированных систем технологических измерений, невысокий уровень автоматизации и механизации этих работ не обеспечивают требуемую точность измерения, оперативность и единообразие в проведении метрологической аттестации систем, регистрации и обработки результатов.

Современное метрологическое обеспечение автоматизированных систем технологических измерений опирается, в основном, на статические, либо квазистатические модели метрологического процесса, что сдерживает прогресс в этой важной области. Назрела необходимость, и имеются методические основы для реального перехода от традиционного (статического) к комплексному динамическому метрологическому обеспечению систем автоматизации технологических агрегатов.

Для решения поставленных задач получения требуемого количества и качества измерительной информации предлагается новый класс многовариантных идентификационно-тестовых систем измерений со встроенными метрологическими блоками, позволяющими повысить достоверность и точность измерений технологических параметров при использовании в производственных системах низкоточного и нестабильного измерительного оборудования, а также повысить гибкость и расширить функциональные возможности систем технологических измерений в черной металлургии и других областях промышленности.

Суть тестовых методов повышения точности результата измерения заключается в использовании пробных воздействий (аддитивных и мультипликативных тестов) непосредственно в процессе измерения постоянных или переменных физических величин [3]. Эти методы благодаря своим особенностям позволяют получить в цикле измерения либо результат измерения (оценку измеряемой величины), либо оценки реальной градуировочной характеристики.

Достоинством традиционных тестовых методов является независимость результата измерения от текущих значений параметров градуировочной характеристики, что даёт возможность практически исключить низкочастотную составляющую погрешности измерения. К недостаткам этих методов можно отнести ограниченную возможность использования мультипликативных тестов из-за сложности их реализации, особенно, в системах технологических измерений.

При решении реальных измерительных задач часто приходится сталкиваться с условиями неопределенности не только статистической природы, но и другой неопреде-

ленности, при которой задаются лишь пределы, в которых условиями риска могут изменяться либо сами погрешности, либо их характеристики. Эти предположения (предпосылки) являются более реалистичными и поэтому в настоящей работе рассматривается задача сопоставительного анализа традиционного метода измерения, основанная не только на классическом подходе, но и на оптимизации гарантированных критериев точности и надежности получаемых результатов измерения и обработки [4].

В ряде случаев этот подход позволяет получить значительно более близкие к практике результаты, чем классический вероятностный подход, базирующийся на необоснованных предпосылках [5].

В такой постановке задача точностного анализа моделей измерительной системы в рамках теории тестовых методов не рассматривалась, поэтому представляет методический и практический интерес в деле совершенствования метрологического обеспечения, особенно систем технологических измерений.

Целью сопоставительного анализа погрешностей бестестового и тестовых методов измерений на примерах упрощенных модельных схем измерительных систем является развитие инженерной методики предельного метрологического анализа предлагаемых новых тестовых методов измерения и конкретизация ее для разработки учебно-исследовательских автоматизированных измерительных комплексов и совершенствование производственных систем технологических измерений.

Для достижения поставленной цели получены аналитические выражения для предельных значений результирующей погрешности измерения как для традиционного способа измерения, так и для исследуемого тестового метода измерения и произведено сравнение полученных результатов.

При тех же исходных условиях (предпосылках и ограничениях) поставлена и решена обратная метрологическая задача, заключающаяся в определении допустимых значений величины теста, погрешности его реализации и допустимых значений других факторов, удовлетворяющих заданной точности измерения.

Математическая постановка исследуемой задачи может быть представлена следующим образом.

Традиционный метод измерения:

Дано: 1) Модель системы измерения (СИ)

$$Y = aX^2,$$

где X – const в цикле измерения, $X \in X_{\min} \div X_{\max}$;

Y – измеренное значение (действительное);

a – градуировочный коэффициент.

2) Алгоритм измерения (метод непосредственной оценки):

$$\bar{X} = \sqrt{\frac{Y}{\hat{a}}}; \quad X = \sqrt{\frac{Y}{a}}, \quad (1)$$

где $\bar{X}$, X – соответственно оценка и действительное значение величины,

$$\hat{a} = a + |\delta a|, \quad |\delta a| \leq \delta a^*,$$

где δa – ошибка оценки коэффициента;

δa^* – предельное значение ошибки.

Требуется:

Определить предельно допустимую (гарантированную) оценку погрешности измерения ΔX^* .

Решение:

Погрешность измерения $\Delta X = \bar{X} - X$, с учетом выражений (1), имеет вид

$$\Delta X = \sqrt{\frac{Y}{a+\delta a}} - \sqrt{\frac{Y}{a}} \quad (2)$$

Оценка измерения $\hat{X}$ находится с погрешностью (2) из выражения

$$\hat{X} = \sqrt{\frac{Y}{\hat{a}}} = F^{-1}(\hat{a}), \quad \hat{a} = a + |\delta a|, \quad (3)$$

$$\delta a_{\min} < \delta a < \delta a_{\max}, \quad a + \delta a_{\min} = \hat{a}^{\min} < \hat{a} < \hat{a}^{\max} = a + \delta a_{\max}.$$

Для того, чтобы оценить погрешность получаемого результата измерения ΔX , разложим функцию $F^{-1}(\hat{a})$ в ряд Тейлора в окрестности точки действительного значения коэффициента a , то есть:

$$\hat{X} = F^{-1}(\hat{a}) = F^{-1}(a) + R_1(\hat{a}) = X + \Delta X, \quad (4)$$

Остаточный член разложения $R_1(\hat{a})$ оценивается как:

$$|R_1(\hat{a})| \leq \frac{|\hat{a}-a|}{1!} \sup |F^{-1'}(\theta)|, \quad F^{-1'}(\hat{a}) = -\frac{1}{2} \sqrt{\frac{Y}{a^3}}.$$

$$\hat{a}^{\min} < \xi < \hat{a}^{\max}$$

Действительное значение $F^{-1'}(\hat{a})$ определено для двух вариантов:

$$a > 0, Y > 0 \text{ или } \hat{a} < 0, Y < 0.$$

Ограничимся первым вариантом, при этом функция:

$$|F^{-1'}(\hat{a})| = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{Y}{\hat{a}^3}}$$

Моноotonно убывает на интервале $\hat{a} \in [0; \infty]$, так как ее производная отрицательна, следовательно

$$\sup |F^{-1'}(\xi)| = |F^{-1'}(\hat{a}^{\min})| = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{Y}{(\hat{a}^{\min})^3}},$$

$$\hat{a}^{\min} < \xi < \hat{a}^{\max}$$

Подставив в это $y = \hat{a}^{\min} X^2$, получим:

$$\sup |F^{-1'}(\xi)| = \frac{X}{2\hat{a}^{\min}}.$$

$$\hat{a}^{\min} < \xi < \hat{a}^{\max}$$

Таким образом модуль погрешности измерения определяется как

$$|\Delta X| = |R_1(\hat{a})| \leq |\hat{a} - a| \cdot \frac{X}{2\hat{a}^{\min}} = |\delta a| \cdot \frac{X}{2\hat{a}^{\min}}.$$

Очевидно, что оценка величины $|\Delta X|$ будет измеряться при изменении δa и X , но максимальная погрешность не будет превосходить величины $|\Delta X|^{\max} > 0$, равной:

$$|\Delta X| \leq |\Delta X|^{\max} = \frac{X^{\max}}{2\hat{a}^{\min}} [\max\{|\delta a|^{\min}, |\delta a|^{\max}\}].$$

Окончательное выражение предельно допустимой (гарантированной) оценки погрешности измерения будет иметь вид:

$$|\Delta X|^{\max} = \frac{X^{\max}}{2\hat{a}^{\min}} |\delta a|^{\max}. \quad (5)$$

Тестовый метод измерения.

Дано:

Модель измерения:

Ограничения:

$$\begin{cases} Y_0 = aX^2, & X \in [X^{\min}, X^{\max}], \quad \delta x \in [\delta x^{\min}, \delta x^{\max}], \\ Y_1 = a[(X + \delta x) - \theta_x]^2; & \theta_x \in [\theta_x^{\min}, \theta_x^{\max}], \quad E_\theta \in [E_\theta^{\min}, E_\theta^{\max}], \\ Y_2 = (\theta_x + E_\theta) & \delta x^{\max} < \theta_x^{\min}. \end{cases} \quad (6)$$

Погрешность измерения: Алгоритм измерения:

$$\Delta X = \sqrt{\frac{Y}{\hat{a}}} - \sqrt{\frac{Y}{a}}, \quad \hat{X} = \frac{Y_2}{1 - \sqrt{\frac{Y_1}{Y_0}}}. \quad (7)$$

Требуется: определить $|\Delta X|^{\max}$ при различных вариантах ограничений (6).

Решение:

Аналитические выражения погрешности ΔX при конкретных условиях приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Погрешности тестового метода измерения

X	δx	E_θ	X	ΔX	$ \Delta X ^{\max}$
const	0	0	$\frac{Y_2}{1 - \sqrt{\frac{Y_1}{Y_0}}}$	0	0
const	0	const	$\frac{Y_2 - E_\theta}{1 - \sqrt{\frac{Y_1}{Y_0}}}$	$\frac{1}{1 - \sqrt{\frac{Y_1}{Y_0}}}$	$\frac{X^{\max}}{\theta_x^{\min}} \cdot E_\theta ^{\max}$
var	const	const	$\frac{Y_2 - E_\theta - \delta x}{1 - \sqrt{\frac{Y_1}{Y_0}}}$	$\frac{E_\theta + \delta x}{1 - \sqrt{\frac{Y_1}{Y_0}}}$	$\frac{(E_\theta^{\max} + \delta x^{\max})X^{\max}}{\theta_x^{\min} - \delta x^{\max}}$

Обратная задача:

Требуется: определить $E_\theta^{\max}$ и $\delta x^{\max}$, при условии $|\Delta X|^{\max} \leq |\Delta X^*|$, где ΔX^* - заданная (требуемая) погрешность измерения.

Предельно допустимые (гарантированные) значения вариаций δx и E_θ могут быть определены из оптимизационного выражения:

$$E_{\theta \text{ пред. доп.}}^{\max} X^{\max} + \delta x_{\text{пред. доп.}}^{\max} (X^{\max} + |\Delta X^*|) \leq |\Delta X^*| \cdot \theta_x^{\min}, \quad (8)$$

с помощью процедур нелинейного программирования, либо поисковых процедур, в том числе с помощью простого перебора вариантов, влияющих факторов.

Результаты точностного анализа различных методов измерения получены при натурно-модельных исследованиях в составе учебно-испытательного комплекса (УИК «Метролог»), предназначенного для активного обучения методам и средствам измерения и выполнения НИР в области промышленной метрологии. УИК представляет собой действующую модель системы порционного дозирования с тестовым нагружением и прямым цифровым управлением от персональной ЭВМ. Комплекс использовался для исследования эффективности, демонстрации, сравнительного анализа и обучения студентов и работников отдела метрологии идентификационно-тестовым, традиционным и нетрадиционным тестовым методам измерения массы в системах порционного дозирования.

Для вариантов традиционного и тестового методов измерения получены зависимости для предельно допустимой погрешности измерения, которые приведены, соответ-

ственно, на рисунке 1.

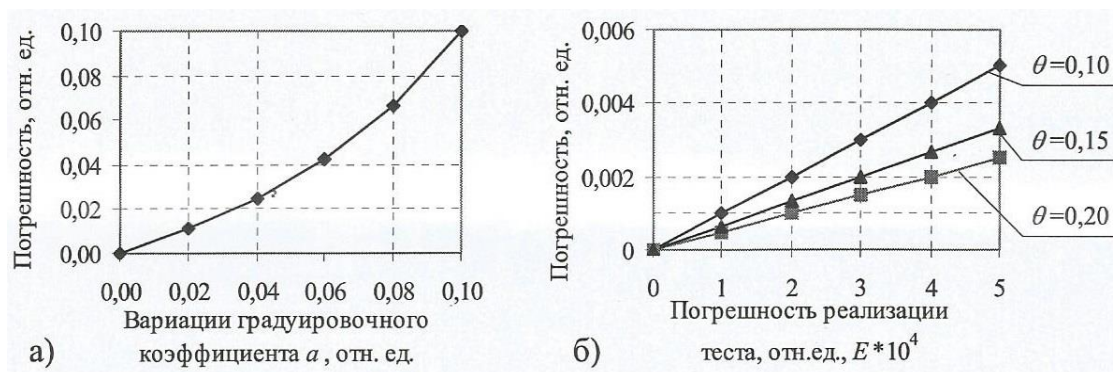


Рисунок 1 – Предельно допустимая погрешность измерения:

а – традиционный метод, б – тестовый метод

Кроме того, с помощью учебно-исследовательского комплекса получены результаты исследований эффективности процедур аппроксимации и восстановления явных и неявных ГХ системы измерения массы в режиме “online” в составе автоматизированной лабораторной установки порционного дозирования со встроенными метрологическими блоками и оперативным управлением процессами дозирования и тестирования.

Во время эксперимента было произведено 5 циклов дозирования. На каждом цикле прибавлялось 100г к исходной массе. Величина теста при тестовом методе составляла 50г. Многократные замеры массы производились на АЛУ «ДОЗА» и электронных весах, в связи с тем, что показания приборов были представлены в динамичной форме.

В таблице 2 представлены зарегистрированные значения при нулевом методе и методе непосредственной оценки.

Таблица 2 – Зарегистрированные значения при нулевом методе и методе непосредственной оценки

№ замера	№ цикла дозирования	Объект измерения	Метод непосредственной оценки			Нулевой метод	
			ДОЗА	ВЛ Э144		Рычажные весы	
			без тары	с тарой	без тары	с тарой	без тары
1		Тара		353,476		353,400	
2	1	1 доз-ие	100,080	457,058	103,658	456,980	103,580
3	2	2 доз-ие	100,380	559,770	206,370	559,700	206,300
4	3	3 доз-ие	98,480	662,850	309,450	662,750	309,350
5	4	4 доз-ие	100,940	767,663	414,263	767,600	414,200
6	5	5 доз-ие	98,460	871,815	518,415	871,700	518,300

В таблице 3 представлены зарегистрированные значения при тестовом методе.

Таблица 3 – Зарегистрированные значения при тестовом методе

№ замера	№ цикла дозирования	Объект измерения	Тестовый метод (ДОЗА)			Тестовый метод (ВЛ Э144)		
			Y0	Y1	X	Y0	Y1	X
			без тары			с тарой		
1		Тара				353,476	403,485	353,412
2	1	1 доз-ие	100,080	149,880	100,482	457,058	507,058	457,058
3	2	2 доз-ие	100,380	150,380	100,380	559,770	609,754	559,949
4	3	3 доз-ие	98,480	148,480	98,480	662,850	712,833	663,082
5	4	4 доз-ие	100,940	150,940	100,940	767,663	817,635	768,085
6	5	5 доз-ие	98,460	148,460	98,460	871,815	921,813	871,859

Таким образом, нулевой метод на рычажных весах при образцовых мерах даёт более точный результат измерения. При определении результата измерения за действительное значение измеренной величины принимается измеренное значение, полученное на рычажных весах.

Автоматизированная лабораторная установка «ДОЗА» предназначена для исследования эффективности идентификационно-тестового подхода к измерениям; сравнительного анализа существующих методов измерения, обучения студентов и технологов новым методам и для их демонстрации.

Установка представляет собой действующую модель системы порционного дозирования сыпучих материалов с тестовым нагружением и прямым цифровым управлением от персональной ЭВМ.

Замеры производились в циклической форме. Перед началом циклических замеров производился замер тары на рычажных весах нулевым методом и на электронных весах многократным методом непосредственной оценки. Цикл каждого замера выглядит следующим образом:

- Дозирование неоднородной массы на АЛУ «ДОЗА». Регистрация значения.
- Определение результата измерения тестовым методом.
- Взвешивание полученной массы на электронных весах. Регистрация значения.
- Определение результата измерения тестовым методом.
- Взвешивание массы на рычажных весах нулевым методом. Регистрация значения.

В таблице 4 представлены погрешности результата измерения при методе непосредственной оценки.

Таблица 4 – Погрешности результата измерения при методе непосредственной оценки

№ за- мера	№ цикла дозирования	Объект измерения	Метод непосредственной оценки					
			ДОЗА		ВЛ Э144			
			без тары		с тарой		без тары	
			Абс-ая	Отн-ая	Абс-ая	Отн-ая	Абс-ая	Отн-ая
1		Тара			0,076	0,022		
2	1	1 доз-ие	-3,500	-3,379	0,077	0,017	0,077	0,075
3	2	2 доз-ие	-2,340	-2,278	0,070	0,013	0,070	0,034
4	3	3 доз-ие	-4,570	-4,435	0,100	0,015	0,100	0,032
5	4	4 доз-ие	-3,910	-3,729	0,062	0,008	0,062	0,015
6	5	5 доз-ие	-5,640	-5,418	0,115	0,013	0,115	0,022

В таблице 5 представлены погрешности результата измерения при тестовом методе.

Таблица 5 – Погрешности результата измерения при тестовом методе

№ за- мера	№ цикла дозирования	Объект измерения	Тестовый метод					
			ДОЗА		ВЛ Э144			
			без тары		с тарой		без тары	
			Абс-ая	Отн-ая	Абс-ая	Отн-ая	Абс-ая	Отн-ая
1		Тара			0,012	0,000		
2	1	1 доз-ие	-3,098	-2,991	0,077	0,000	0,077	0,001
3	2	2 доз-ие	-2,340	-2,278	0,249	0,000	0,249	0,001
4	3	3 доз-ие	-4,570	-4,435	0,332	0,001	0,332	0,001
5	4	4 доз-ие	-3,910	-3,729	0,485	0,001	0,485	0,001
6	5	5 доз-ие	-5,640	-5,418	0,159	0,000	0,159	0,000

Анализ результатов погрешностей измерения показал, что наиболее точным методом наряду с нулевым является тестовый метод. Одним из его преимуществ является то,

что на результат измерения градуировочная характеристика средства измерения не влияет. Но при этом необходимо иметь максимально точные для каждого случая образцовые меры. Эти погрешности хорошо согласуются с результатами, полученными при натурно-модельных исследованиях в составе учебно-испытательного комплекса и полупромышленного эксперимента.

Для вариантов ГХ (рисунок 2) приведены результаты исследования идентификационно-тестового метода измерения (рисунок 3).

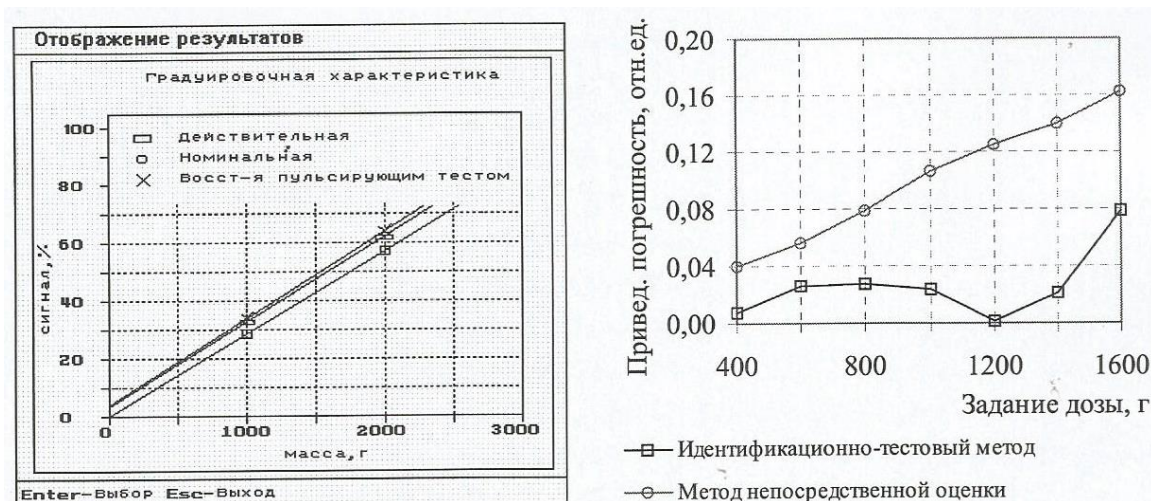


Рисунок 2 – Панель программы с вариантами ГХ и погрешности измерения при различных заданиях дозы

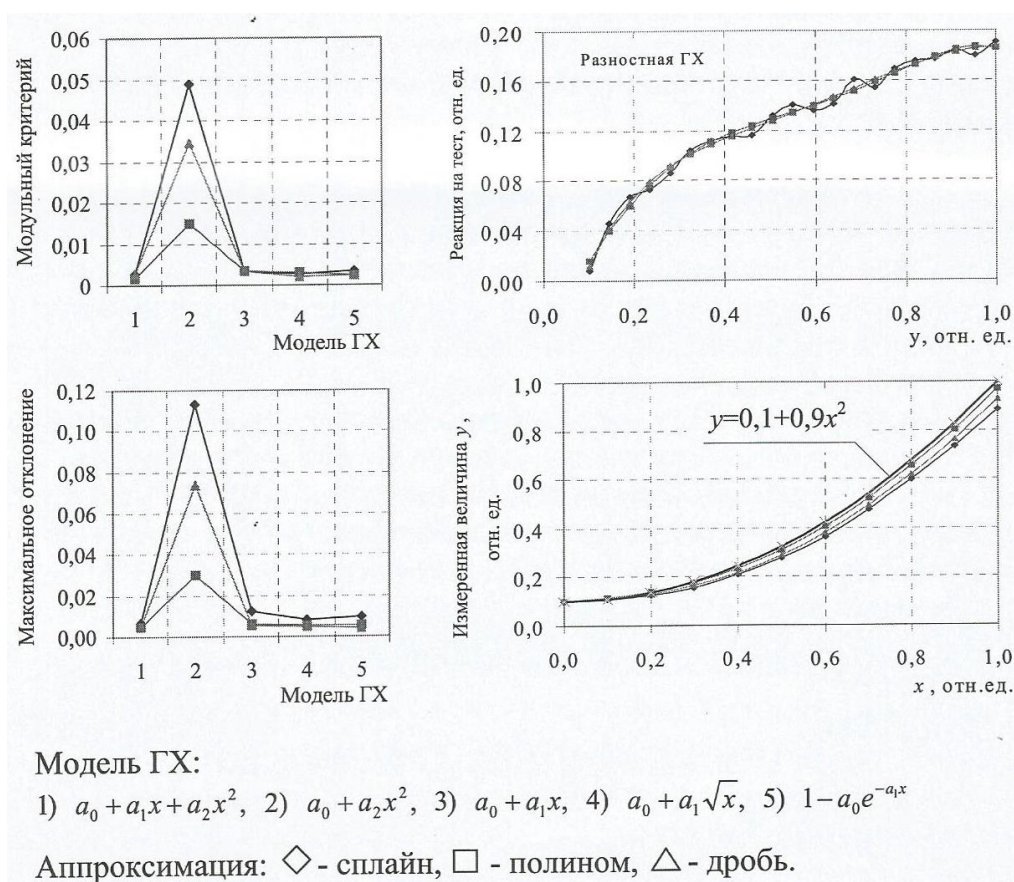


Рисунок 3 – Результаты исследований восстановления ГХ

Библиографический список

1. Бромберг Э.М., Куликовский К.Л. Тестовые методы повышения точности измерений. – М.: Энергия, 1978 – 176 с., ил.;
2. Юдин М.Ф., Селиванов М.Н., Тищенко О.Ф., Скороходов А.И. Основные термины в области метрологии: Словарь-справочник. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 113 с.;
3. Бромберг Э.М., Куликовский К.Л. Алгоритмические методы повышения точности информационно-измерительных систем. // Измерения, контроль, автоматизация, 1978, №4 (16), с. 38-45;
4. Эльязберг П.Е. Измерительная информация: сколько ее нужно? Как ее обрабатывать? – М.: «Наука», 1983;
5. Алимов Ю.И. О практической ценности теории оценок. // Автоматика, 1981, №2. С. 84-94.

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.

Сибирский государственный индустриальный университет,
Новокузнецк, Россия, zimin.1945@mail.ru

Аннотация. В статье рассматривается процедура формирования программы развития, включающей несколько направлений, каждое из которых содержит проекты, описываемые заданной эффективностью и инвестиционными затратами. Одно из направлений развития представлено многоцелевыми проектами, каждый из которых может изменять показатели проектов других направлений. Выполнена формализация задачи в виде задачи квадратичного программирования. Предложена процедура ее решения, основанная на декомпозиции исходной задачи на множество задач о ранге для каждого варианта вхождения многоцелевых проектов в программу развития. Приведены результаты компьютерных экспериментов, показывающие, что вычислительную эффективность предложенной процедуры можно качественно увеличить за счет априорной оценки эффективности вариантов вхождения многоцелевых проектов на основе исходной информации о проектах.

Ключевые слова: программа развития, многоцелевой проект, декомпозиция, задача о ранге, вычислительная эффективность алгоритма, функция распределения, компьютерное моделирование.

Abstract. The article discussed the procedure for the formulation of a development programme, which included several areas, each of which contained projects described by a given efficiency and investment costs. One of the development directions is represented by multi-purpose projects, each of which can change the indicators of projects of other areas. The task is made in the form of a quadratic programming problem. A procedure for its solution is proposed, based on the decomposition of the initial problem into a set of tasks about the rank for each version of entering multi-purpose projects into the development program. The results of the computer experiment are presented, showing that the computational efficiency of the proposed procedure can be qualitatively increased due to a priori assessment of the effectiveness of multi-purpose project entry options based on initial project information.

Keywords: development program, multipurpose project, decomposition, rank problem, numerical efficiency of algorithm, distribution function, computer modeling.

Введение

В публикациях [1,3] рассмотрены задачи формирования портфеля проектов и программы развития при наличии нескольких направлений развития и ограничения на общий объем инвестиций. Представляет интерес разработка механизма решения задачи для случая, когда среди направлений развития имеется многоцелевое направление, проекты которого изменяют показатели проектов не многоцелевых направлений.

Обозначения и формализация задачи. Пусть $P = \{ \{ p_{ji} \mid i = \overline{1, n_j} \} \mid j = \overline{1, m} \}$ - мно-

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., Овсяников 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., Кизилев 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., Симилова 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., Девятых 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