

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина  
Институт материаловедения и металлургии  
Кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии»

Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ)

# **Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве**

**Сборник докладов III Всероссийской научно-практической конференции  
студентов, аспирантов и молодых учёных  
«Теплотехника и информатика  
в образовании, науке и производстве» (ТИМ'2014)  
с международным участием,  
посвящённой 150-летию со дня рождения  
Владимира Ефимовича Грум-Гржимайло**

**Екатеринбург, 27–29 марта 2014 г.**



г. Екатеринбург  
УрФУ  
2014

УДК 669.04:004(06)

ББК 31.3я43с51+34.3я43с51

ТЗ4

Рецензенты: д-р техн. наук, проф. А. Н. Дмитриев (гл. науч. сотр., Институт металлургии Уральского отделения РАН);

д-р техн. наук, проф. Л. А. Зайнуллин (ген. директор ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт металлургической теплотехники»)

**Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве:**

ТЗ4 сборник докладов III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2014) с международным участием, посвящённой 150-летию со дня рождения Владимира Ефимовича Грум-Гржимайло (Екатеринбург, 27–29 марта 2014 г.). – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 263 с.

ISBN

В сборник включены доклады, представленные на III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2014) с международным участием, посвящённой 150-летию со дня рождения Владимира Ефимовича Грум-Гржимайло. Доклады отражают результаты научно-исследовательских работ студентов, аспирантов и молодых ученых вузов, предприятий и организаций России и стран ближнего зарубежья по проблемам теории и практики в области металлургической теплотехники, систем автоматизации и информатизации широкого назначения. Тематика докладов включает следующие составляющие: теплотехника и экология металлургического производства; информационные системы и технологии в образовании, науке и производстве; автоматизация технологических процессов и производств. Проект проведения конференции получил поддержку Российского фонда фундаментальных исследований (проект РФФИ № НР (г) 14-08-06802/14).

УДК 669.04:004(06)

ББК 31.3я43с51+34.3я43с51

**Редакционная коллегия сборника докладов:** Мальцев В.А. (сопредседатель), Спирин Н.А. (сопредседатель), Лавров В.В. (зам. сопредседателей, учёный секретарь)

Бурькин А.А.

Корелин А.В.

Великий С.И.

Максимов А.Г.

Ерофеев М.М.

Малухин Д.Н.

Зайнуллин Л.А.

Швыдкий В.С.

Казяев М.Д.

Ярошенко Ю.Г.

Киселев Е.В.

**Программный комитет конференции:**

Бухмиров В.В.

Михалев А.И.

Васильев В.А.

Мышляев Л.П.

Губинский М.В.

Прибытков И.А.

Дмитриев А.Н.

Рыболовлев В.Ю.

Дружинин Г.М.

Сеничкин Б.К.

Еремин А.О.

Спирин Н.А.

Краснобаев А.В.

Темлянцев М.В.

Кулаков С.М.

Торопов Е.В.

Курносов В.В.

Цаплин А.И.

Лавров В.В.

Цымбал В.П.

Лисиенко В.Г.

Щипанов К.А.

Логунова О.С.

Ярчук В.Ф.

Ответственность за содержание предоставленных материалов несут авторы докладов.

Воспроизведение сборника или его части без ссылки на издателя запрещается.

ISBN

© Уральский федеральный университет, 2014

© Авторы статей, 2014

Чтобы использовать программу пользователь должен установить ее на свой компьютер. Для этого пользователю следует запустить на выполнение установочный файл программы. После установки для данной программы не требуется дополнительная настройка.

При проектировании программы была поставлена задача достижения определенной функциональности. По окончании создания программного средства достигнуты следующие функции:

- возможность ввода/вывода данных в БД;
- программный контроль над процессом корректировки значений исходных величин для недопущения некорректной работы программы;
- представление данных в табличном и графическом виде;
- представление данных по измеренной температуре и расчетным значениям толщины футеровки для отдельной точки в виде таблицы и графиков;
- прогнозирование толщины огнеупорной футеровки в контрольных точках на основе результатов обработки сохраненных значений статистическими методами.

Таким образом, в ходе работы проведен анализ литературных источников по теме исследований, были созданы база данных и программный продукт. Разработанные база данных и программное средство отвечают всем задачам, определённым в начале проектирования, обеспечивают заданную функциональность.

#### **Список использованных источников**

1. Казанцев, Е. И. Промышленные печи. Справочное руководство для расчетов и проектирования / Е.И. Казанцев. 2-е издание, дополненное и переработанное. М.: Металлургия, 1975. – 368 с.
2. Эффективное моделирование с СА ERwin Process Modeler (BPwin; AllFusion Process Modeler) / В.И. Дубейковский. М.: Диалог-МИФИ, 2009. – 384 с.
3. Проектирование информационных систем с СА ERwin Modeling Suite 7.3: учебное пособие / В.И. Горбаченко, Г.Ф. Убиенных, Г.В. Бобрышева. – Пенза: ПГУ, 2012. – 154 с.
4. Флёнов М.Е. Библия С#. – 2-е издание. – СПб: БХВ-Петербург, 2011. – 560 с.

### **РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И ПРОЦЕДУР ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПУРГИНА М.В., ЗИМИН В.В., КОЙНОВ Р.С.**

*ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,  
г. Новокузнецк, Россия*

#### **Аннотация**

*Описана иерархическая система показателей эффективности процессов и процедуры оценивания значений этих показателей. Выполнена математическая постановка задачи и предложены алгоритмы оптимизации ИТ-процессов жизненного цикла сервисов по критериям «затраты-эффективность».*

*Ключевые слова: ИТ-сервис, ИТ-процесс, ИТ-провайдер, жизненный цикл сервиса, портфель сервисов, система управления, процедура оптимизации.*

#### **Abstract**

*The hierarchical system of processes parameters efficiency and estimation values procedures of these parameters is described. Mathematical task statement executed and optimization algorithms of services life cycle IT-processes by criteria «expense – efficiency» are offered.*

*Keywords: IT-service, IT-process, IT-provider, service life cycle, service portfolio, management system, optimization procedure.*

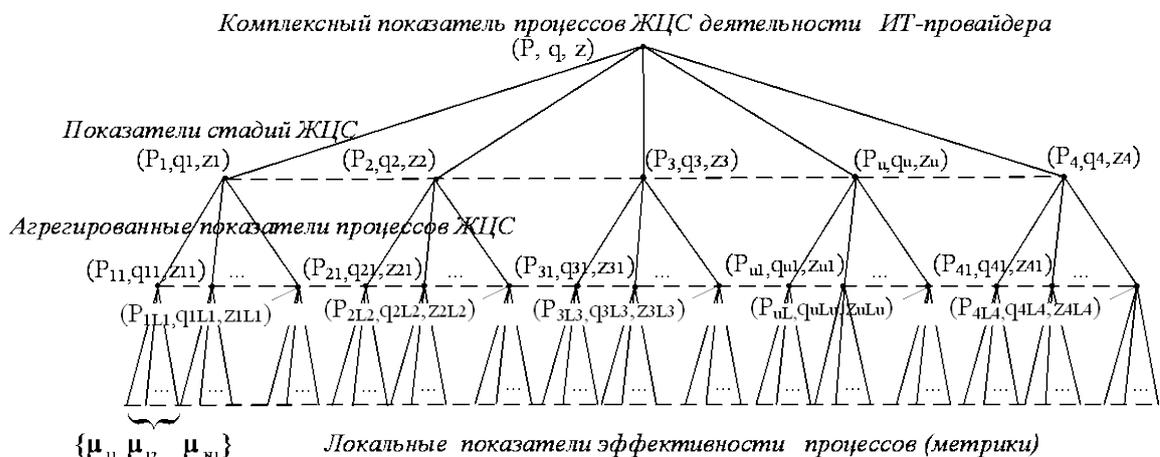
Непрерывное совершенствование активов и процессов поставщика информационно-технологических услуг (ИТ-провайдера) является необходимым условием поддержания и повышения его конкурентоспособности в нестационарной обстановке. Осуществляя улучшения, ИТ-провайдер решает множество задач: приводит свойства процессов и сервисов в соответствие изменяющимся требованиям к ним со стороны потребителей и управляющих органов различного уровня; снижает издержки на разработку и эксплуатацию процессов и сервисов; отбирает и применяет достижения (лучшие практики) ИТ-сообщества; реализует собственную обновленную стратегию и т.д. Отражением необходимости постоянной реализации разных улучшений является предлагаемая в ITIL-3<sup>1</sup> стадия жизненного цикла сервиса (ЖЦС) - непрерывное улучшение сервисов (Continual Service Improvement – CSI) [1,2]. Структурная сложность и многообразие информационно-технологических активов и процессов, широкий набор воздействующих на них контролируемых и неконтролируемых возмущений обуславливают необходимость включения в структуру системы управления производством и предоставлением ИТ-услуг (СУППУ) специальной системы непрерывной оптимизации процессов ИТ-провайдера (СНО).

**Иерархия показателей эффективности ИТ-процессов.** На рис.1 представлена иерархическая структура показателей эффективности процессов жизненного цикла ИТ-сервисов. Основой для формирования конкретного состава показателей для каждого ИТ-процесса могут служить «ИТ-метрики», предлагаемые одним из авторов ITIL-3 Питером Бруксом в [3]. Здесь показатели первого уровня представляют собой совокупности  $\{\mu_{kl}^n | n=1, N_{kl}\}, l \in L_k, k \in K$  локальных показателей, описывающих эффективность отдельных процессов  $P_{kl}$ . Второй уровень описывает агрегированные (на основе локальных) показатели  $\hat{q}_{kl}$  эффективности процессов  $P_{kl}$ , третий – показатели эффективности  $\hat{q}_k$  стадийных процессов  $P_1, P_2, P_3, P_4, P_u$  (стадии: 1- разработка стратегии, 2 - проектирование, 3 - внедрение, 4 - эксплуатация, u - утилизация), четвертый уровень соответствует комплексной оценке эффективности  $\hat{q}$  процессов ЖЦС в целом. Текущее состояние  $Q(t)$  иерархии показателей ЖЦС, иерархии  $Q_k(t)$  показателей стадии k, иерархии  $Q_{kl}(t)$  процесса описываются множествами:

$$Q(t) = \{(q(t), z(t)), \{Q_k(t) | k \in K\}\},$$

$$Q_k(t) = \{(q_k(t), z_k(t)), \{Q_{kl}(t) | l \in L_k\}\}, \quad (1)$$

$$Q_{kl}(t) = \{(q_{kl}(t), z_{kl}(t)), \{\hat{\mu}_{kl}^n(t) | n \in N_{kl}\}\}.$$



<sup>1</sup> ITIL-3 - библиотека инфраструктуры информационных технологий, ред.3, 2007.

Рис. 1. Иерархия показателей эффективности ИТ-процессов

Для оценки значений показателей эффективности используется конкретизация процедуры комплексного оценивания, специально разработанная для этих целей в теории управления организационными системами [4]. Процедура включает, в частности, операции приведения шкал измерения локальных показателей к единой дискретной шкале заданного ранга  $R$ , вычисления средневзвешенных значений показателей и последовательной «дихотомической» их свертки. Применение дихотомической свертки требует определения порядка свертывания показателей и построения соответствующих матриц. В работе использовались следующие процедуры оценивания значений показателей эффективности.

Преобразование  $\hat{A}_{kl}^a$  локальных показателей эффективности  $\hat{\mu}_{kl}^n$  отдельных процессов  $P_{kl}$  в балльные значения  $\mu_{kl}^{an}$  порядковой шкалы ранга  $R$ :

$$\{ \hat{\mu}_{kl}^n \mid n \in N_{kl} \} \xrightarrow{\hat{A}_{kl}^a} \{ \mu_{kl}^{an} \mid n \in N_{kl}, \mu_{kl}^{an} = \overline{1, R} \}, l \in L_k, k \in K. \quad (2)$$

1) Формирование агрегированных оценок  $\hat{q}_{kl}$  эффективности процессов на основе локальных показателей процессов:

$$\hat{q}_{kl} = A_{kl}(\{ \mu_{kl}^{an} \mid n \in N_{kl} \}, \{ \omega_{kl}^{in} \mid n \in N_{kl} \}) = \sum_{n \in N_{kl}} \mu_{kl}^{an} \cdot \omega_{kl}^{in}, \quad (3)$$

где  $\omega_{kl}^{in} = \omega_{kl}^n / \sum_{n \in N_{kl}} \omega_{kl}^n$  - нормированные веса важности показателей процессов.

2) Формирование оценок показателей эффективности  $\hat{q}_k$  стадий ЖЦС на основе оценок  $\hat{q}_{kl}$  процессов стадий и относительных весов  $\alpha_{kl}$  важности процессов в рамках стадий:

$$\hat{q}_k = A_k(\hat{q}_{kl}, \alpha_{kl} \mid l \in L_k) = \sum_{l \in L_k} \alpha_{kl} \cdot \hat{q}_{kl}, k \in K. \quad (4)$$

3) Формирование комплексной оценки эффективности  $\hat{q}$  процессов ЖЦС на основе значений оценок  $\hat{q}_k$  стадий и выбранных ЛПР дерева свертки  $A_{tr}$  и матриц свертки  $\{M(A_{tr})\}$ :

$$\hat{q} = A(\{\hat{q}_k \mid k \in K\}, A_{tr}, \{M(A_{tr})\}), \quad (5)$$

где  $A$  - оператор, реализующий процедуру свертки стадийных показателей.

**Постановка и процедура решения вариантов задачи оптимизации ИТ-процессов ЖЦС.**

Пусть

1) Известна иерархия показателей эффективности процессов ЖЦС, формула (1).

2) Заданы функции затрат  $z(\hat{\mu}_{kl}^{an})$ ,  $l \in L_k, k \in K$  и формула (6) вычисления затрат для достижения показателей эффективности различных уровней:

$$z(\hat{q}(t)) = \sum_{k \in K} \sum_{l \in L_k} \sum_{\mu \in N_{kl}} z(\hat{\mu}_{kl}^{an}(t)). \quad (6)$$

3) Заданы операторы  $\hat{A}_{kl}^a$  формула (2),  $\hat{A}_{kl}$  формула (3),  $\hat{A}_k$  формула (4) и  $\hat{A}$  формула (5).

4) Определен ранг  $R = \{1, \dots, r, \dots, R\}$  единой порядковой шкалы измерения всех показателей иерархии.

**Вариант 1** задачи оптимизации. Найти такой набор  $Q^{opt1}$  значений показателей эффективности ИТ-процессов ЖЦС, для которого  $(\hat{q}, z(\hat{q})) \rightarrow opt$ , при ограничениях 1)- 4).

**Вариант 2** задачи оптимизации. Найти такой набор  $Q^{opt2}$  значений показателей эффективности ЖЦС, для которого:  $\hat{q} \rightarrow \max$ ;  $\hat{z}(q) \leq z^*$ , при ограничениях 1)- 4), где  $z^*$  - заданный ЛПР уровень затрат.

**Вариант 3** задачи оптимизации. Найти такой набор  $Q^{opt3}$  значений показателей эффективности ЖЦС, для которого:  $z(\hat{q}) \rightarrow \min$ ;  $\hat{q} = q^*$ , при ограничениях 1)- 4), где  $q^*$  - заданное ЛПР значение комплексного показателя эффективности.

**Процедура решения задачи оптимизации ИТ-процессов ЖЦС для вариантов 1, 2, 3.**

**1) Интерактивная процедура построения пространства предпочтительных для ЛПР значений показателей эффективности процессов ЖЦС.**

а) Разбиение множеств  $Q_k$  набора значений каждой стадии  $k$  на  $R$  подмножеств  $Q_k(\hat{q}_k)$  в соответствии со значениями, которые принимает показатель  $q_k \in \overline{1, R}$  эффективности стадии на элементах этого пространства:

$$Q_k = \bigcup_{r=1}^R Q_k(\hat{q}_k = r) = \bigcup_{r=1}^R \{(\hat{q}_k = r), z(\hat{q}_k = r), \{(\hat{q}_{kl}, z(\hat{q}_{kl})) | l \in L_k\}\}, k \in K, \quad (7)$$

где  $z$  - значение показателя эффективности.

б) Упорядочивание элементов множеств  $Q_k(\hat{q}_k), q_k \in \overline{1, R}, k \in K$  по возрастанию  $z(\hat{q}_k)$  и выбор ЛПР в каждом из множеств  $Q_k(q_k)$  по  $N_{kq}$  элементов таким образом, чтобы  $\prod_{k \in K} (\sum_{q_k=1}^R N_{kq_k}) \leq N^*$ , где  $N^*$  зависит от вычислительной мощности компьютера:

$$Q_k^{\ddot{E}ID}(\hat{q}_k) = (\{(\hat{q}_k), z(\hat{q}_k)\}, \{(\hat{q}_{kl}, z(\hat{q}_{kl})) | l \in L_k\})_{n_k} / n_k = \overline{1, N_{kq_k}}, q_k \in \overline{1, R}, k \in K. \quad (8)$$

Построение пространства  $Q^{\ddot{E}ID}$  иерархии значений показателей эффективности процессов ЖЦС, предпочтительных для ЛПР, как произведения  $Q^{\ddot{E}ID} = \prod_{k \in K} Q_k^{\ddot{E}ID}(q_k)$  и включение в каждый элемент этого пространства вычисленных величин  $\hat{q} = A(\hat{q}_k | k \in K)$ ,  $z(\hat{q}) = \sum_{k \in K} z(\hat{q}_k)$ . Тогда:

$$|Q^{\ddot{E}ID}| = |\{(\hat{q}, z(\hat{q})), \{(\hat{q}_k, z(\hat{q}_k)) | k \in K\}, \{(\hat{q}_{kl}, z(\hat{q}_{kl})) | l \in L_k\} k \in K\}| \leq N^*. \quad (9)$$

2) Построение решений вариантов 1, 2, 3 задачи.

**Построение решения для варианта 1.** Лексикографически упорядочить элементы пространства  $Q^{\ddot{E}ID}$  по убыванию  $\hat{q}$  и возрастанию  $z(\hat{q})$ . Представить результат упорядочения ЛПР в виде табл. 1. ЛПР должен либо непосредственно выбрать оптимальное решение из столбца 2 табл. 1, либо задать правило взвешивания критериев  $\hat{q}$  и  $z(\hat{q})$ .

Таблица 1

Упорядоченное пространство решений ЛПР.

$\hat{q} = R$	$R$	$R$	$R$	...	$R$	...	...	...	...	$R$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$z(\hat{q} = R)$	$z_1(R) = \min$	$\leq z_2(R)$	$\leq z_3(R)$	...	$\leq z_n(R)$	...	...	...	...	$\leq z_{NR}(R)$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
$\hat{q} = r$	$r$	$r$	$r$		$r$	...	...	...	$r$	$\emptyset$
$z(\hat{q} = r)$	$z_1(r) = \min$	$\leq z_2(r)$	$\leq z_3(r)$	...	$\leq z_n(r)$	...	...	...	$\leq z_{Nr}(r)$	$\emptyset$
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

$\hat{q} = 4$	4	4	4	...	4	...	4	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
$z(\hat{q}=4)$	$z_1(4) = \min$	$\leq z_2(4)$	$\leq z_3(4)$	...	$\leq z_n(4)$	...	$\leq z_{N4}(4)$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
$\hat{q} = 3$	3	3	3	...	3	...	...	3	$\emptyset$	$\emptyset$
$z(\hat{q}=3)$	$z_1(3) = \min$	$\leq z_2(3)$	$\leq z_3(3)$	...	$\leq z_n(3)$	...	...	$\leq z_{N3}(3)$	$\emptyset$	$\emptyset$
$\hat{q} = 2$	2	2	2	...	2	...	...	...	2	$\emptyset$
$z(\hat{q}=2)$	$z_1(2) = \min$	$\leq z_1(2)$	$\leq z_1(2)$	...	$\leq z_n(2)$	...	...	...	$\leq z_{N2}(2)$	$\emptyset$
$\hat{q} = 1$	1	1	1	...	1	...	...	1	$\emptyset$	$\emptyset$
$z(\hat{q}=1)$	$z_1(1) = \min$	$\leq z_1(1)$	$\leq z_1(1)$	...	$\leq z_n(1)$	...	...	$\leq z_{N1}(1)$	$\emptyset$	$\emptyset$

Построение решения для варианта 3. Выбрать тот элемент из второго столбца табл.1, для которого  $\hat{q} = q^*$ .

#### Список использованных источников

1. OGC-ITIL V3- 6 – Service Lifecycle – Introduction ITIL TSO 2007. -173p.
2. Основы управления жизненным циклом сервисов систем информатики и автоматизации (лучшие практики ITIL): учеб. пособие /Зимин В.В., Ивушкин А.А., Кулаков С.М., Ивушкин К.А. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2013. -500с.
3. Брукс П., Метрики для управления ИТ-услугами, -М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 283 с.
4. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: МПСИ, 2005. - 584с.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ

РОНКИН М.В., ХРЕСТИНА Е.И., КАЛМЫКОВ А.А.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

#### Аннотация

В статье рассмотрены вопросы повышения точности определения времен прохождения локационных сигналов в задачах измерений при помощи ультразвука. Приведены основные проблемы использования существующих аналоговых способов. Представлены наиболее используемые алгоритм измерения времен прохождения сигналов на основе их цифровой обработки. Проанализированы точностные характеристики методов в зависимости от соотношения сигнал/шум. Рассмотрены: метод компаратора, метод аппроксимации полиномом и экспонентой, а также методы на основе отработки в фазовой области. Даны рекомендации по выбору цифровых алгоритма измерений, пригодных для их реализации в приложениях ультразвуковых локационных измерений.

Ключевые слова: ультразвук, алгоритм измерения, цифровая обработка, локационные сигналы, численное моделирование, аппроксимация, точность.

#### Abstract

The article deals with the problem of improving the accuracy of determining the transit time of ultrasonic signals. It is reported about the main problems of existing analog methods. In article discussed the mostly used digital methods of signal processing. The analysis of the accuracy of methods depended on the signal to noise ratio are investigated. It's described in short of method of comparator, approximation methods and methods of processing in phase domain are given. In conclusion recommendations for choosing of digital methods for application of ultrasonic measurement systems are given.

## СОДЕРЖАНИЕ

Кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии».....	3
Секция 1. Актуальные проблемы теплотехники и экологии металлургического производства .....	6
АЭРОДИНАМИКА В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ СОВРЕМЕННОЙ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ Антропов М.В., Воронов Г.В.....	6
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПЕЧИ СОПРОТИВЛЕНИЯ Брусницын А.П., Киселёв Е.В.....	10
КАМЕРНАЯ ПЕЧЬ С АЭРОДИНАМИЧЕСКИМ РАЗДЕЛЕНИЕМ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА ДЛЯ БЕЗОКИСЛИТЕЛЬНОГО ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРЕВА СТАЛИ Васильев В.М., Курносков В.В. ....	14
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПЫЛЕОСАЖДЕНИЯ НА ВЕЛЫЦ-ПЕЧИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭНЕРГИИ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ Васькова Е.О., Матюхин В.И., Матюхин О.В. ....	16
ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАТЕРИАЛА В СЕКЦИОННОМ АППАРАТЕ КИПЯЩЕГО СЛОЯ Дворецкий Д.С., Федоров С.С., Толстопят О.А. ....	20
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА ПРИ ТРАНСПОРТИРОВКЕ ЧУГУНОВОЗНОГО КОВША Доронина Ю.М., Форись С.Н.....	23
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РАЗМОРАЖИВАНИИ Зырянцев О.А., Гольцев В.А.....	27
РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНОГО СТРУЙНОГО РЕКУПЕРАТОРА Кондрашенко С.И., Тихонова В.Р.....	31
МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ПОДА РУДНОТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ Кузнецов И.Д. ....	35
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ С ШАГАЮЩИМИ БАЛКАМИ РБЦ «ЕВРАЗ НТМК» Куликов И.С., Швыдкий В.С. ....	40
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ИЗЛУЧАЮЩЕЙ ТРУБЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЕЁ ТЕПЛОВОЙ РАБОТЫ Лошкарев Н.Б., Лошкарев А.Н., Сумин А.Д. ....	43
СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООТВОДА КОЛЬЦЕВЫХ И ПРЯМЫХ РЕБЕР ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ Миронец И.Е., Ячиков М.И., Ячиков И.М. ....	47
ПРОИЗВОДСТВО АГЛОМЕРАТЫШЕЙ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ Насыров Т.М., Летимин В.Н. ....	51
МЕТОДИКА РАСЧЁТА ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНОШИХТОВОЙ СТРУИ В ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ Павловец В.М., Герасимук А.В. ....	56
АНАЛИЗ РАБОТЫ ПЕЧИ АЕГ ЦЕХА №4 ПОСЛЕ РЕМОНТА Пестерева Д.В., Садырина Д.В.....	60

ПОНИЖЕНИЕ ЗОЛЬНОСТИ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НОВОГО КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОГО РЕАГЕНТА-ВСПЕНИВАТЕЛЯ Петухов В.Н., Буранова Э.Ф., Сибгатуллин С.К. ....	63
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РУД И КОНЦЕНТРАТОВ КАЧКАНАРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ Петухов Р.В.* , Дмитриев А.Н.** , Корнилков С.В.*** , Пелевин А.Е.**** , Витькина Г.Ю.** , Чесноков Ю.А.** .....	67
<b>ПРЕДПРОЕКТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО НАГРЕВА АЗОТА Прибытков И.А., Ганина М.В. ....</b>	<b>72</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМ ПНЕВМОТРАНСПОРТА С КАМЕРНЫМИ НАСОСАМИ Родионов Г.А., Бухмиров В.В. ....	72
Математическая модель естественно-конвективного перемешивания ванны расплава при ее продувке газом, подаваемом через фурму, расположенную на боковой стенке барботера Володин А.М. ....	75
СТЕКЛОВАРЕННАЯ ПЕЧЬ С БАРБОТАЖНЫМ СЛОЕМ Гришаева С.В. ....	80
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ШЛАКА В ЗОННОЙ МОДЕЛИ КОЛОННОГО СТРУЙНО-ЭМУЛЬСИОННОГО РЕАКТОРА Сеченов П.А., Оленников А.А., Цымбал В.П. ....	84
УЛУЧШЕНИЕ РАБОТЫ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ ВОЗДЕЙСТВИЕМ НА СООТНОШЕНИЯ РАСХОДОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА И ДУТЬЯ ПО ФУРМАМ Сибгатуллин С.К.* , Харченко А.С.* , Минакаев С.Р.* , Кузнецов Д.М.* , Бегинюк В.А.** , Семенюк М.А.** ....	88
ЭФФЕКТИВНОСТЬ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ КОЛЬЦЕВОЙ ПЕЧИ Сидоренко А.А., Гупало Е.В. ....	92
ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР НАГРЕВА РЕЛЬСОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАЛИ Э76Ф ПОД ПРОКАТКУ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАСТИЧНОСТИ Симачёв А.С., Темлянцев М.В., Осколкова Т.Н. ....	95
СОВРЕМЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧНЫЙ СПОСОБ ТЕРМОУПРОЧНЕНИЯ РЕЛЬСОВЫХ НАКЛАДОК Старцева М.В.* , Липунов Ю.И.** , Эйсмонт К.Ю.** , Ярошенко Ю.Г.* , Некрасова Е.В.** .....	98
РАЗРАБОТКА УЧАСТКА ТЕРМИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ С ВЫКАТНЫМ ПОДОМ НА БАНДАЖНОМ СТАНЕ КОЛЕСОПРОКАТНОГО ЦЕХА ОАО «ЕВРАЗ НТМК» Трощенко Н.М., Киселёв Е.В. ....	102
попереработка металлосодержащих отходов процессом ромелт при подаче твердого восстановителя через фурмы Турсунов Т.М. ....	106
СВЯЗЬ ПЛОТНОСТЕЙ ПОТОКОВ С ДЛИНОЙ ФАКЕЛА В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ ВАННОЙ ПЕЧИ Швыдкий В.С., Бурлаков А.А., Глухов И.В. ....	110
ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МЕТОДА ТУШЕНИЯ КОКСА С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ И УТИЛИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ТЕПЛА КОКСОВАНИЯ Шевченко А.А., Чернышев С.М., Жукова Д.Ю. ....	114
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СНИЖЕНИЯ ОТБРАКОВКИ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА ЗА СЧЁТ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА СЛЯБОВОЙ ЗАГОТОВКИ Шевченко Е.А. ....	117

Секция 2. Системы автоматизации и информатизации в образовании, науке и производстве	122
МОДЕРНИЗАЦИЯ SCADA-СИСТЕМЫ ДЛЯ РАБОЧЕГО МЕСТА ОПЕРАТОРА ВХОДНОГО УЧАСТКА АГРЕГАТА ВЫПРЯМЛЯЮЩЕГО ОТЖИГА НА ЗАВОДЕ ООО «ВИЗ-СТАЛЬ» Атапин А.А., Куделин С.П.	122
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧЁТА ЗАКАЗОВ ФОТОГРАФА Булычева П.В., Щипанов К.А.	124
РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ПРОМЫШЛЕННЫЕ ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ» Булычева С.Н., Гольцев В.А.	128
РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ДОСТУПА НА БАЗЕ WFC Бурыкин А.А., Колясников М.С.	132
СИСТЕМА МОБИЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ Бурыкин А.А., Ахмадишина Ю.И.	135
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕРМИЧЕСКОЙ САДОЧНОЙ ПЕЧИ Бухмиров В.В., Сулейманов М.Г.	138
РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА «ПРОМЫШЛЕННЫЕ ДАТЧИКИ РАСХОДА» Выволокина Е.В., Гольцев В.А.	140
БИБЛИОТЕКА SIGNALR 2.0 ДЛЯ ОПОВЕЩЕНИЯ КЛИЕНТОВ WEB-ПРИЛОЖЕНИЙ О СОБЫТИЯХ НА ПРОИЗВОДСТВЕ Гольфельд Э.И.	144
РАЗРАБОТКА РАСПРЕДЕЛЁННОЙ СИСТЕМЫ ГЕНЕРАЦИИ И АНАЛИЗА IP- ТРАФИКА Гурин И.А., Носков В.Ю.	148
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА ЦИЛИНДРА С ПОМОЩЬЮ PIV- ДИАГНОСТИКИ И ГРАДИЕНТНОЙ ТЕПЛОМЕТРИИ Гусаков А.А., Митяков В.Ю., Можайский С.А.	152
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСЧЁТА ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ, ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ Девярых Е.А., Лавров В.В., Спиринов Н.А., Свиткин В.Г., Девярых Т.О.	155
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ШАХТНОЙ ПЕЧИ ДЛЯ ПЕРЕПЛАВКИ МЕДНЫХ ПЛАСТИН Девярых Т.О., Девярых Е.А.	161
ПРОГРАММНЫЙ ПРОДУКТ РАСЧЁТА КОНСТРУКЦИИ ДОМЕННОГО ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЯ Дианов С.А.	165
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОДГОТОВКИ МАЗУТА К СЖИГАНИЮ Зверева Э.Р., Хабибуллина Р.В.	170
ОЦЕНКА ДОСТОВЕРНОСТИ СИГНАЛА ТЕМПЕРАТУРНЫХ ДАТЧИКОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ФУТЕРОВКЕ ГОРНА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ Золотых М.О.*, Дмитриев А.Н.*, Иванов О.Ю.*, Чесноков Ю.А.**	174
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ВИДОВ ОТКЛОНЕНИЯ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ ОТ НОРМАЛЬНОГО РЕЖИМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ Истомина А.С., Спиринов Н.А.	178

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ СИЛИЦИДОВ ЖЕЛЕЗА С ОДНОВРЕМЕННОЙ ОТГОНКОЙ ЦИНКА В СИСТЕМАХ $ZnSiO_3-Fe_3C-C$ , $SiO_2-Fe_3C-C$ Колесников А.С., Голубев В.Г., Стрюковский И.А., Кураев Р.М. ....	181
АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАБОЧЕЕ МЕСТО ДЕЛОПРОИЗВОДИТЕЛЯ Куделин С.П., Илларионов И.А. ....	185
АРМ ПЕРЕДАЧИ ОТЧЁТНЫХ ДОКУМЕНТОВ В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ Куделин С.П., Котляров Н.Д. ....	187
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СКВОЗНОЙ ЭМИССИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ВХОДНЫХ ДАННЫХ ПРОЦЕССА ЛП-В Лаптева А.В., Лисиенко В.Г., Чесноков Ю.Н. ....	191
НАСЫЩЕНИЕ СИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ ПРИ БЕЗДАТЧИКОВОМ ОПРЕДЕЛЕНИИ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ РОТОРА Лицин К.В. ....	194
РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ПЕРИФЕРИЙНОЙ ЗОНЕ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ Лозович А.В., Джимо С.О. ....	198
НЕПРЕРЫВНОЕ ДОЗИРОВАНИЕ КРАСИТЕЛЯ В ЗАКРЫТЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ Мицкевич А.А. ....	201
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УДАРНО-ТОЧЕЧНОГО МАРКИРАТОРА BRAIN F3 Молочкова Т.А. ....	205
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ И ПРОНОЗИРОВАНИЯ ТОЛЩИНЫ ОГНЕУПОРНОЙ ФУТЕРОВКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧЕЙ Мухаметшин Р.Р., Лавров В.В. ....	208
РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И ПРОЦЕДУР ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ Пургина М.В., Зимин В.В., Койнов Р.С. .....	212
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ АЛГОРИТМОВ В ЗАДАЧАХ ОБРАБОТКИ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ Ронкин М.В., Хрестина Е.И., Калмыков А.А. ....	216
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ОЦЕНКИ ХОДА ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ И ВЫЧИСЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОТКЛОНЕНИЯ ОТ НОРМАЛЬНОГО РЕЖИМА Савчук С.А., Истомин А.С., Спириин Н.А. ....	220
РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ИНЖЕКЦИИ ПЫЛЕУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА В ФУРМЫ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ Свиткин В.Г., Швыдкий В.С. ....	225
РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ SCADA-СИСТЕМЫ В РАМКАХ ПРОЕКТА ПО СОЗДАНИЮ АСУТП И МОДЕРНИЗАЦИИ АФФИНАЖНОГО ЦЕХА Силкин П.А., Носков В.Ю. ....	231
РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ЭЛЕКТРОННОГО ОБМЕНА ДОКУМЕНТАМИ В ТРАНСФЕР- АГЕНТСКОЙ СЕТИ РЕГИСТРАТОРА Терентьев А.Ю., Ярчук В.Ф. ....	233
РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РАСЧЁТА ДОМЕННОЙ ШИХТЫ Терехова А.Ю., Лавров В.В., Спириин Н.А. ....	237

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАДИАЛЬНОЙ НЕРАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ И ГАЗА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ Торшин П.О., Истомин А.С., Спириин Н.А.....	240
ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕНИЯ JDOM-ФУНКЦИЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ JAVA И ПРИЛОЖЕНИЙ MICROSOFT НА ПРИМЕРЕ EXCEL Фролов А.В., Трофимов С.П. ....	245
ИНТЕРАКТИВНАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА САМОРАСКИПАНИЯ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ВАННЫ Цымбал В.П., Шуварииков Д.Н., Шендрииков А.Е. ....	249
ПЕРЕВОД ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПОДОГРЕВАТЕЛЬНОЙ ПЕЧИ НА ОТОПЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ Черноскутов М.А., Швыдкий В.С. ....	253
Список авторов.....	255

*Научное издание*

**ТЕПЛОТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА  
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Сборник докладов III Всероссийской научно-практической  
конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2014)  
с международным участием, посвящённой 150-летию  
со дня рождения Владимира Ефимовича Грум-Гржимайло*

Техническое редактирование и компьютерная верстка *М. В. Старцевой, В. В. Лаврова*

*Доклады представлены в авторской редакции*

Подписано в печать 15.04.2014. Формат 70x100 1/16.  
Бумага писчая. Плоская печать. Усл. печ. л. 24,35..  
Уч.-изд. л. 25,81. Тираж 130 экз. Заказ \_\_\_\_\_.

Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ  
620002, Екатеринбург, ул. С.Ковалевской,5  
rio@ustu.ru

Ризография НИЧ УрФУ  
620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19  
тел.: (343) 375-41-79