

- шина А. И., Киричек Г. Г. // Тижень науки. Тези доповідей науково-технічної конференції 25–28 квітня 2005 року / Під редакцією Внукова Ю. М. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2005. – С. 188.
9. *Лена Є. В.* Системи підтримки прийняття рішень : навчальний посібник. В 2 ч. Ч. 1 / Є. В. Лена, Є. К. Міхеєв, В. В. Крніцін. – Херсон, 2006. – 324 с.
 10. *Лена Є. В.* Системи підтримки прийняття рішень : навчальний посібник. В 2 ч. Ч. 2 / Є. В. Лена, Є. К. Міхеєв, В. В. Крніцін. – Херсон, 2006. – 248 с.
 11. *Резніченко В. А.* Електронні бібліотеки: інформаційні ресурси та сервіси / В. А. Резніченко, О. В. Захарова, Е. Г. Захарова // Проблеми програмування. – 2005. – № 4. – С. 60–71.
 12. *Копейкин М. В.* Базы данных. Инфологические модели баз данных : учеб. пособие / Копейкин М. В., Спиридонов В. В., Шумова Е. О. – СПб. : СЗТУ, 2004. – 187 с.

Надійшла 28.08.2009
Після доробки 17.09.2009

Киричек Г. Г.

УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ПОТОКАМИ НА ВСЕХ УРОВНЯХ ИЕРАРХИИ ПОЛУЧЕНИЯ ЗНАНИЙ

Система обучения представлена в виде многоуровневой конструкции взаимодействующих между собой и с внеш-

ней средой элементов. Разработана модель распределенной системы управления информационными потоками на всех уровнях иерархии получения знаний с её дальнейшей реализацией в информационной системе.

Ключевые слова: управление информацией, модель получения знаний, поисковая модель, учебный процесс, информационная система, информационные ресурсы, вероятность получения информации.

Kirichek G. G.

MANAGEMENT OF INFORMATION STREAMS AT ALL HIERARCHY LEVELS OF TRAINING

The training system is presented in the form of a multilevel construction of units interacting with other units and with the environment. The model of distributed system is developed for information streams control at all hierarchy levels of training and its further implementation in the information network.

Key words: information management, model of training, search model, educational process, information system, information resources, probability of information acquisition.

УДК 681.269(088.8)

Кошевой Н. Д.¹, Калашников Е. Е.², Костенко Е. М.³, Черепашук Г. А.⁴

¹Д-р техн. наук, заведующий кафедрой Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков

²Ассистент Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков

³Канд. техн. наук, проректор Полтавской государственной аграрной академии

⁴Канд. техн. наук, доцент Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», г. Харьков

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ДОЗИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

В статье с использованием оптимального по стоимостным затратам планирования эксперимента получены математические модели весоизмерительной системы. Определены оптимальные режимы ее работы.

Ключевые слова: планирование эксперимента, стоимостные затраты, математическая модель, весоизмерительная система, оптимальные режимы.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Проблема дозирования сыпучих материалов возникает в целом ряде технологических производств, связанных с переработкой сыпучих материалов, таких, как грунт, песок, шихта и т. д. На большинстве заводов проблему дозирования сыпучих материалов решают путем частичной модернизации морально и физически устаревших дозаторов. Такое решение не всегда позволяет добиться требуемой точности дозирования, от которой зависит качество приготавливаемых смесей, а значит, и качество выпускаемой предприятием продукции.

© Кошевой Н. Д., Калашников Е. Е., Костенко Е. М., Черепашук Г. А., 2010

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Детальное изучение современных требований технологических процессов и существующих дозирующих систем показало необходимость разработки весодозирующей системы, которая отвечала бы современным требованиям по точности, надежности и учитывала специфику отечественных предприятий металлургической промышленности. На данный момент авторами разработан и исследован опытный образец весоизмерительной системы для непрерывного дозирования сыпучих материалов [1, 2].

Разработанная весоизмерительная система построена на современной элементной базе, которая позволяет системе функционировать с высокой надежностью. Использование в весоизмерительной системе измерительного лотка позволило исключить недостатки, присущие системам, которые построены на базе конвейерных весов. Оригинальное крепление тензометрических преобразователей дает возможность повысить точность дозирования по сравнению с другими весоизмерительными системами, использующими измерительный лоток.

Возникает задача получения математических моделей такой системы и ее оптимизации по критерию точности дозирования сыпучих материалов.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ

С использованием оптимального по стоимостным затратам планирования эксперимента получить математические модели весоизмерительной системы, описывающие зависимость погрешности взвешивания δ и чувствительности системы от угла наклона α весоизмерительного лотка, влажности W сыпучего материала и коэффициента трения сыпучего материала f_d в движении. Определить режимы работы системы, обеспечивающие минимальную погрешность взвешивания сыпучего материала.

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕСОИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Исследования проводились на опытном образце весоизмерительной системы с измерительным лотком оригинальной конструкции [3].

В качестве критериев оптимизации были выбраны следующие технические показатели весоизмерительной системы: погрешность измерения δ , %; чувствительность (коэффициент передачи) S . Факторами, которые влияют на эти показатели, были выбраны: X_1 – угол наклона весоизмерительного лотка, α , градусы; X_2 – влажность сыпучего материала, W , %; X_3 – коэффициент трения сыпучего материала в движении, f_d . Интервалы варьирования и основные уровни факторов приведены в табл. 1.

Таблица 1. Уровни и интервалы варьирования факторов

Факторы	Уровни факторов			Интервалы варьирования	Размерность
	-1	0	+1		
$X_1(\alpha)$	30	37,5	45	7,5	Градусы
$X_2(W)$	5	15	25	10	%
$X_3(f_d)$	0,48	0,58	0,68	0,10	–

Для выявления закономерностей дозирования и нахождения оптимальных режимов и конструктивных параметров весоизмерительной системы был выбран исходный план полного факторного эксперимента ПФЭ типа 2^k (число факторов $k=3$, число опытов $N=8$, число наблюдений в n -м опыте равно 5). Матрица планирования такого эксперимента приведена в табл. 2.

Таблица 2. Матрица планирования эксперимента

Номер опыта	Факторы		
	X_1	X_2	X_3
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1

Учитывая то, что опыты являются дорогостоящими, принято решение оптимизировать исходный план по критерию стоимостных затрат на его реализацию.

Стоимости изменений значений уровней факторов из «-1» в «+1» и из «+1» в «-1» приведены в табл. 3, а стоимости начальной установки уровней факторов – в табл. 4.

Таблица 3. Стоимости изменений значений уровней факторов

Обозначение факторов	Стоимости	
	из «-1» в «+1», грн.	из «+1» в «-1», грн.
$X_1(\alpha)$	12,0	8,0
$X_2(W)$	16,0	24,0
$X_3(f_d)$	10,0	10,0

Таблица 4. Стоимости начальной установки уровней факторов

Обозначение факторов	Стоимости	
	из «0» в «+1», грн.	из «0» в «-1», грн.
$X_1(\alpha)$	6,0	4,0
$X_2(W)$	8,0	12,0
$X_3(f_d)$	10,0	10,0

С помощью пакета прикладных программ синтезирован оптимальный по стоимости проведения план

експеримента, полученный в результате реализации перестановок (проанализировано 40320 вариантов). Матрица планирования эксперимента представлена в табл. 5.

Таблица 5. Оптимальный план эксперимента

Номер опыта	Обозначение факторов		
	X_1	X_2	X_3
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
6	+1	-1	+1
5	-1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1
4	+1	+1	-1
3	-1	+1	-1

Стоимости реализации экспериментов по оптимальному, исходному планам и плану с максимальной стоимостью реализации приведены в табл. 6.

Таблица 6. Стоимости реализации планов эксперимента

Стоимости реализации планов эксперимента	Метод поиска
	Анализ перестановок
Стоимость исходного плана, грн.	164
Стоимость оптимального плана, грн.	102
Максимальная стоимость реализации плана, грн.	278

Опыты проводились на сыпучих компонентах различной влажности. Погрешность измерения весоизмерительной системы определялась по формуле

$$\delta = \frac{M_{\text{изм}} - M_{\text{ист}}}{M_{\text{ист}}} \cdot 100 \%,$$

где $M_{\text{ист}}$ – масса сыпучего материала, которая измерялась на весах для статического взвешивания и равна 30 кг; $M_{\text{изм}}$ – масса просыпанного материала, измеренная на макетной модели весоизмерительной системы.

Результаты экспериментальных исследований объекта по оптимальному плану эксперимента приведены в табл. 7.

При обработке результатов с использованием пакета прикладных программ по автоматизации планирования эксперимента [4] получены статические модели, которые описывают зависимость показателей качества Y (δ и S) от кодированных значений факторов X_1, X_2, X_3 :

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3,$$

где Y – показатель качества (δ, S); $b_0, b_1, b_{ij}, b_{ijk}$ – коэффициенты неполной квадратичной модели; X_1, X_2, X_3 – факторы, влияющие на показатель качества.

Таблица 7. Матрица планирования и результаты эксперимента

Номер опыта	X_1	X_2	X_3	$M_{\text{изм}}$, кг	δ , %	S
1	-1	-1	-1	29,35	2,17	1,02
2	+1	-1	-1	29,08	3,06	1,03
3	+1	-1	+1	29,91	0,31	1,00
4	-1	-1	+1	29,44	1,87	1,02
5	-1	+1	+1	30,63	2,11	0,98
6	+1	+1	+1	30,16	0,53	0,99
7	+1	+1	-1	30,75	2,50	0,98
8	-1	+1	-1	30,80	2,67	0,97

Значения коэффициентов математических моделей приведены в табл. 8.

Таблица 8. Значения коэффициентов математических моделей

Обозначения коэффициентов	Показатели качества	
	δ	S
b_0	1,903	0,9980
b_1	-0,301	0,0013
b_2	0,050	-0,0189
b_3	-0,699	0,0013
b_{12}	-0,676	-0,3660
b_{13}	-1,026	-0,2586
b_{23}	0,064	0,0063
b_{123}	0,128	0,0038

По величинам коэффициентов математических моделей можно сделать следующие выводы о степени влияния факторов на выходные показатели δ и S :

– среди влияющих факторов α , W и f_d наибольшее влияние на точность измерения имеет коэффициент трения f_d движения, далее по степени влияния следует угол наклона α весоизмерительного лотка, а влажность W сыпучего материала оказывает наименьшее влияние;

– коэффициент трения f_d движения и угол наклона α весоизмерительного лотка оказывают при совместном воздействии наибольшее влияние на погрешность измерения веса сыпучего материала;

– влажность W сыпучего материала оказывает значительное влияние на чувствительность весоизмерительной системы, тогда как угол наклона α весоизмерительного лотка и коэффициент трения f_d движения оказывают гораздо меньшее влияние;

– влажность W сыпучего материала и угол наклона α весоизмерительного лотка оказывают при совместном воздействии наибольшее влияние на чувствительность весоизмерительной системы.

По результатам анализа экспериментальных данных, представленных в табл. 7, можно сделать вывод, что весоизмерительная система обладает рациональными техническими характеристиками при параметрах, указанных в строке 3 матрицы планирования, а именно: угол наклона весоизмерительного лотка $\alpha = 45^\circ$; влажность сыпучего материала $W = 5\%$; коэффициент трения сыпучего материала в движении $f_d = 0,68$. При этих параметрах у весоизмерительной системы будет минимальная погрешность измерения ($\delta = 0,31\%$) и максимальная чувствительность ($S = 1,00$).

Для дальнейшей оптимизации весоизмерительной системы по критерию точности использовался метод крутого спуска. При этом математическая модель для критерия оптимизации δ в натуральных значениях факторов имеет следующий вид:

$$\delta = -22,37 + 0,793\alpha - 5,19W + 44,14f_d - 1,368\alpha f_d - 2,39\alpha W f_d - 102,42W f_d - 0,14\alpha W.$$

Результаты оптимизации по методу крутого спуска приведены в табл. 9.

Таблица 9. Результаты оптимизации по методу крутого спуска

Последовательность этапов крутого спуска	Факторы			Параметр оптимизации
	X_1	X_2	X_3	δ
Коэффициенты уравнения b_i	-0,301	0,050	-0,699	
Произведение $b_i \Delta X_i$	-2,258	0,5	-0,069	
Округленный шаг	-2,26	0,5	-0,07	
Шаг, уменьшенный в 2 раза	-1,13	0,25	-0,03	
Натуральные значения факторов	α	W	f_d	
Опыты				
1	37,5	15	0,58	1,903
2	38,6	14,75	0,61	1,60
3	39,7	14,5	0,64	1,21
4	40,8	14,25	0,67	0,73
5	41,9	14	0,70	0,20

Таким образом, в результате оптимизации получены следующие рациональные значения конструктивных параметров весоизмерительной системы и сыпучего материала: угол наклона весоизмерительного лотка $\alpha = 41,9^\circ$; коэффициент трения движения $f_d = 0,70$; влажность сыпучего материала $W = 14\%$. При этом погрешность взвешивания сыпучего материала составляет 0,20 %.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного исследования с использованием оптимального по стоимостным затратам планирования эксперимента получены математические модели весоизмерительной системы для таких критериев качества, как точность и чувствительность системы. С использованием математической модели проведена оптимизация весоизмерительной системы по критерию точности, что позволило снизить погрешность взвешивания до 0,20 %. Перспективным направлением развития приведенных исследований является создание опытного образца весоизмерительной системы с оптимальными конструктивными параметрами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. № 27285 Україна, МПК G01F11/00. Ваговимірвальна система / Калашніков Є. Є., Кошовий М. Д., Черепашук Г. О. (Україна). – № U200706404; Заявл. 08.06.2007; Опубл. 25.10.2007, Бюл. № 17. – 3 с.
2. Кошевой Н. Д. Весоизмерительная система для непрерывного дозирования сыпучих материалов / Н. Д. Кошевой, Е. Е. Калашников, Г. А. Черепашук // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии. – 2008. – Вып. 38. – С. 146–149.
3. Кошевой Н. Д. Оценка точности непрерывного дозирования сыпучих материалов / Н. Д. Кошевой, Г. А. Черепашук, Е. Е. Калашников // Радиотехника и компьютерные системы. – 2008. – № 1(28). – С. 143–147.
4. Кошевой Н. Д. Разработка программного обеспечения по автоматизации планирования эксперимента / Н. Д. Кошевой // Авиационно-космическая техника и технология : труды Харьк. авиац. ин-та им. Н. Е. Жуковского за 1997 г. – Харьков : ХАИ, 1998. – С. 242–244.

Надійшла 6.07.2009

Кошовий М. Д., Калашников Є. Є., Костенко О. М., Черепашук Г. О.

МОДЕЛЮВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ ВАГОВИМІРВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ БЕЗПЕРЕРВНОГО ДОЗУВАННЯ СИПКИХ МАТЕРІАЛІВ

В статті з використанням оптимального за вартісними витратами планування експерименту отримано математичні моделі ваговимірвальної системи. Визначено оптимальні режими її роботи.

Ключові слова: планування експерименту, вартісні витрати, математична модель, ваговимірвальної система, оптимальні режими.

Koshevoy N. D., Kalashnikov E. E., Kostenko E. M., Cherapaschuk G. A.

MODELING AND OPTIMIZATION OF WEIGHT-MEASURING SYSTEM FOR CONTINUOUS DOZING OF DRY MATERIALS

In this article the mathematical models of a weight measuring system have been developed with the use of optimum price expenses experiment planning. The optimum modes of its operation have been determined.

Key words: experiment planning, price expenses, mathematical model, weight measuring system, optimum modes.

УДК 004.03

Кудерметов Р. К.

Канд. техн. наук, заведующий кафедрой Запорожского национального технического университета

ЗАДАЧА ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ИЕРАРХИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Сформулирована задача оптимизации для системы, которая имеет иерархическую многоуровневую структуру и построена с использованием сервис-ориентированной архитектуры. Определены целевые функции каждого из уровней такой системы и показано, что эта система имеет межуровневую функцию качества. Рассмотрены свойства межуровневой функции качества при условии, что система обладает свойством монотонности.

Ключевые слова: сервис-ориентированная архитектура, иерархическая многоуровневая система, постулат сатисфакции, межуровневая функция качества.

ВВЕДЕНИЕ

Термин «Сервис-ориентированная архитектура» (Service-oriented architecture, SOA) имеет много определений. Одни определения учитывают технические аспекты SOA, другие – информационно-сетевые, третьи подчеркивают преимущества для бизнеса. В данной статье наиболее подходящим будет одно из официальных бизнес-определений фирмы IBM: «SOA предлагает возможность гибкой работы с элементами бизнес-процессов и лежащей в их основе IT-инфраструктурой как безопасными, стандартизированными компонентами (службами), которые можно использовать многократно и комбинировать при изменении приоритетов бизнеса» [1].

Из этого определения следует, SOA – это компонентная модель, в которой компонентами являются сервисы, и эти сервисы взаимодействуют в компьютерной среде, в общем случае с использованием компьютерной сети. Ключевым понятием для SOA является *интероперабельность*, т. е. способность взаимодействовать. Интероперабельность достигается за счет использования стандартов, разработанных организациями W3C, OASIS и WS-I. Организация WS-I определила так называемый базовый профиль интероперабельности, который называется Web-Services Interoperability Basic Profile и включает в себя стандарты:

– XML и XML Schema 1.0 (XSD). Для определения моделей и моделей обмена данными между сервисами;

– SOAP 1.1 (Simple Object Access Protocol). Протокол, определяющий правила, по которым сервисы обмениваются сообщениями, записанными на языке XML;

– WSDL 1.1 (Web Services Description Language). Язык описания Web-сервисов, который включает описание реализуемых сервисом методов, адресную и др. информацию;

– UDDI 2.0. (Universal Description, Discovery and Integration). Определяет правила для отображения информации о сервисах в распределенном UDDI-реестре сервисов, размещенных в Интернете.

В определениях SOA особенно часто выделяют свойство слабой связанности сервисов друг с другом, что обусловлено, прежде всего, использованием вышеназванных стандартов. Поэтому для организации некоторого процесса с применением SOA могут привлекаться независимые поставщики сервисов – провайдеры. Еще одна характерная особенность архитектуры SOA – возможность генерации новых, комплексных, сложных сервисов из более простых сервисов. Процессы формирования таких сервисов и управление ими получили названия оркестровка и хореография сервисов (Web-services orchestration,