

УДК 004.9

Н.Ю. Емельянова¹, В.А. Емельянов²¹Донбасский государственный технический университет, Алчевск, Украина²Севастопольский институт банковского дела УАБС НБУ, Севастополь, Украина

ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ ЖИДКОГО ЧУГУНА

Проведена декомпозиция компьютерной системы мониторинга процесса транспортировки жидкого чугуна. Приведено описание полученных подсистем и их взаимодействие путем преобразования и передачи информации для системы мониторинга. Описаны основные информационные потоки системы и ее этапы функционирования. Предложена архитектура компьютерной системы мониторинга процесса транспортировки жидкого чугуна. Описаны компоненты системы мониторинга и их назначение.

Ключевые слова: информационная модель, компьютерная система, транспортировка чугуна, нейронная сеть.

Введение

Одной из задач металлургического производства является транспортировка жидкого чугуна. По данным [1], в Украине используются специализированные комплексы для перевозки чугуна и других грузов как украинских фирм, так и зарубежных.

С целью организации процесса перевозки чугуна на предприятии используются передвижные миксеры. При эксплуатации миксеров уделяется значительное внимание состоянию его футеровки, поскольку этот фактор может быть причиной выхода миксера из строя [2], что влечет за собой большие материальные затраты, т.к. после выхода из строя миксер не подлежит восстановлению.

Постановка задачи. В настоящее время для контроля состояния передвижных миксеров существуют различные системы, которые позволяют проводить операцию мониторинга транспортировки чугуна [2]. Но системы не решают задачу мониторинга в комплексе, а позволяют осуществлять только операции, специфические для предприятия. При этом существующие системы не позволяют измерять состояние футеровки передвижного миксера для предупреждения выхода его из строя.

Таким образом, актуальной является разработка компьютерной системы, которая будет решать задачу мониторинга транспортировки жидкого чугуна в комплексе.

Информационная модель системы мониторинга транспортировки жидкого чугуна

В основу разработки структуры информационной системы перевозки жидкого чугуна положено использование аппаратно-программного комплекса и современных информационных технологий. Использование компьютерных систем для построения разрабатываемой системы позволяет перевести про-

цесс перевозки чугуна на качественно новый уровень благодаря следующим преимуществам:

- автоматизированное определение технического состояния передвижных миксеров;
- интеллектуальный анализ данных – анализ данных о весе чугуна осуществляется за счет использования аппарата нейронных сетей, что ведет к повышению точности массы чугуна;
- использование современных сетевых технологий позволяет легко интегрировать предложенную информационную систему в системы более высокого уровня (автоматизированные системы управления цехом, предприятием).

Данная компьютерная система представляется как совокупность технических средств и человека-технолога.

Для разработки компьютерной системы была предложена информационная модель системы, которая отображает основные информационные потоки, а также отображает основные абстрактные подсистемы и их взаимодействие, что дает возможность перейти к процессу создания реальной системы [3].

Согласно с принципом декомпозиции [4], разрабатываемая система может быть представлена в виде совокупности подсистем, взаимодействие которых обеспечит выполнение требуемых операций.

Рассмотрим подсистемы как обобщенные преобразователи информации, которые реализуют определенное множество функций для составления информационного описания процесса транспортировки жидкого чугуна:

$$\Phi = \{\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4, \phi_5\}, \quad (1)$$

где: ϕ_1 – функция, отвечающая за автоматическую регистрацию изображения термограммы передвижного миксера;

ϕ_2 – функция, отвечающая за автоматическую обработку изображения термограммы;

ϕ_3 – функция, отвечающая за интеллектуаль-

ный анализ полученных данных;

ф4 – функция, отвечающая за формирование базы данных и базы знаний путем регистрации всех параметров каждого изображения термограммы миксера;

ф5 – функция, отвечающая за связь с центральным пультом транспортировки чугуна.

На основе предложенных в работе [5] принципов интеграции проблемной, атрибутивной и ситуативной составляющих информации, представляется возможным определить полный поток информации системы следующим образом.

Поскольку реализация функции ф1 в той или иной мере решает проблему автоматического контроля состояния футеровки миксера, составляющая информации, которую генерирует функция ф1, определяется как проблемная составляющая (изображение термограммы миксера) полной информации и обозначается как I_{Π} .

Функции ф2 и ф3 составляют атрибутивную часть информационного описания, которая обозначается I_A .

Информация генерируемая функциями ф4 и ф5 не связана с характеристиками изображения термограммы миксера, она определяется как ситуативная составляющая и обозначается I_C .

Таким образом, полная информация, которую генерирует система, определяется как сумма трех составляющих.

$$I = I_{\Pi} + I_A + I_C. \quad (2)$$

Из этого следует, что система может быть разделена на подсистемы не только по функциональности, но и по видам генерируемой информации, что позволит оптимизировать распределение потоков информации.

Таким образом, на основании данного анализа потоков информации информационная модель системы будет иметь вид (рис. 1):

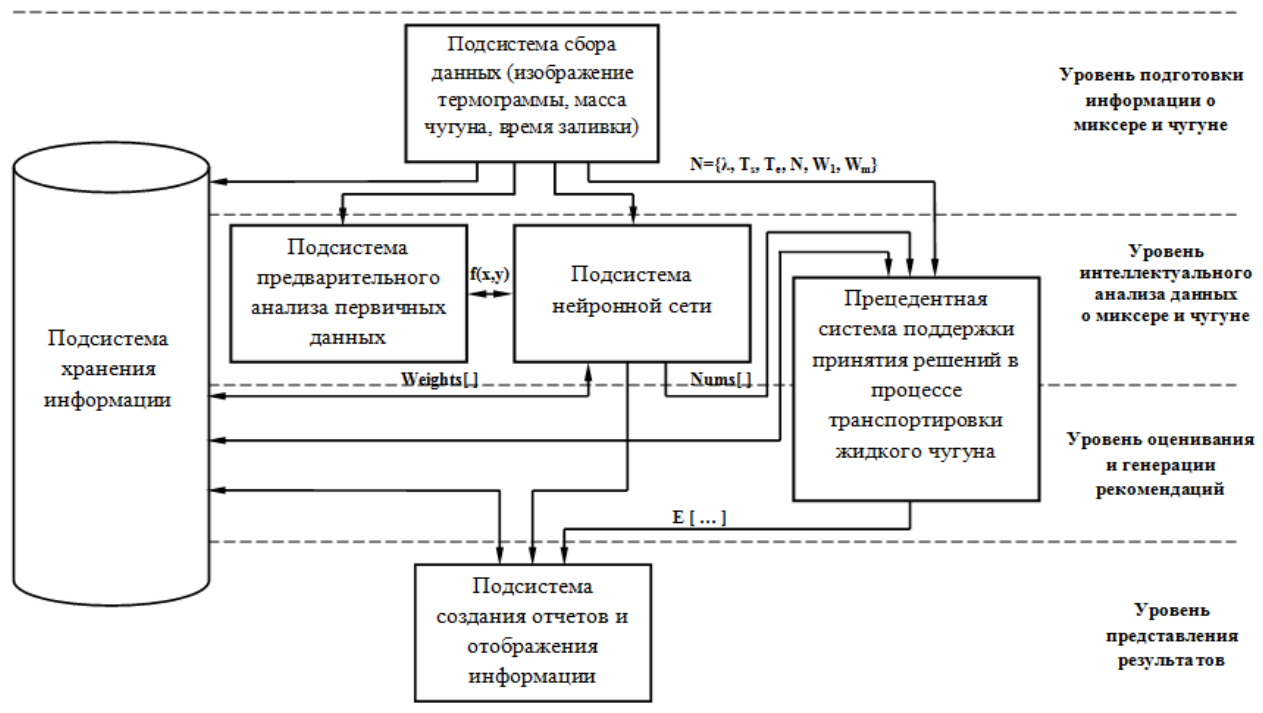


Рис. 1. Декомпозиция компьютерной системы мониторинга транспортировки жидкого чугуна

Подсистема сбора данных – данная подсистема представляет собой специализированные средства (тепловизор, тензодатчики), для сбора первичных данных о массе чугуна, а также информации о состоянии миксера (термограмма миксера). Эта подсистема реализует функцию ф1.

Подсистема создания отчетов и отображения информации – модуль для создания отчетов разного вида по результатам мониторинга перевозки жидкого чугуна, а также средства для визуализации результатов.

Подсистема нейронной сети совместно с прецедентной СППР реализуют функцию ф3. Подси-

стема отвечает за реализацию интеллектуальных методов определения состояния футеровки в миксере.

Подсистема предварительного анализа первичных данных – подсистема, реализующая функцию ф2, предназначена для предварительной обработки изображений термограмм миксера.

Подсистема хранения информации представляет собой хранилище входных, промежуточных и выходных данных формируемых в процессе мониторинга перевозки жидкого чугуна. На данную подсистему возложены функции ф4 и ф5.

Компьютерная система, построенная по предложенной структуре, работает следующим образом.

1. На уровне подготовки информации подсистема сбора данных производит набор первичной информации для определения состояния футеровки миксера и определения массы чугуна:

$$N = \{\lambda, T_s, T_e, N, W_1, W_m\}. \quad (3)$$

2. Полученная информация направляется на уровень интеллектуального анализа данных, где подсистема предварительного анализа производит подготовку изображения термограммы миксера к распознаванию нейронной сетью, с целью выделения информационных признаков изображения, отвечающих за степень износа футеровки:

$$f(x,y) = F_{\text{preparation}}(P(x,y)). \quad (4)$$

$$p_{x,y} = \{\sin(A), \cos(A), \sin(B), \cos(B), G_p\}, \quad (5)$$

где $p_{x,y}$ – набор параметров, характеризующих заданную базовую точку изображения. Данное множество вычисляется по формулам фильтра Превита [6].

3. После чего производится передача массива информационных признаков на вход X_{NN} подсистемы нейронной сети, где производится распознавание участков миксера, которые подвержены износу [7]. Нейросетевой модуль анализирует их и формирует результат распознавания Y_{NN} .

$$X_{NN} = \bigcup_{i=1}^n \{\sin_i(A_i), \cos_i(A_i), G_{p_i}\}. \quad (6)$$

$$Y_{NN} = f(X_{NN}). \quad (7)$$

Результат вместе с распознаваемым изображением поступает на сервер обработки и хранения данных (подсистема хранения данных). Оператор и (или) технолог имеет возможность в реальном времени наблюдать за процессом работы. Хранение опыта нейронной сети осуществляется в базе данных.

4. После определения состояния футеровки миксера, результаты распознавания направляются в прецедентную систему поддержки принятия решений для формирования вывода о количестве необходимых и доступных миксеров для перевозки чугуна.

5. На уровне интеллектуального анализа производится определение на основании метода автоматизированного определения массы чугуна.

6. На основе полученных данных оцененных свойств система генерирует рекомендации и осуществляет поддержку принятия решений относительно замены футеровки миксеров, а также относительно количественного состава миксеров, необходимого для перевозки заданной массы чугуна. Полученное решение направляется в базу, для дальнейшего хранения.

7. После обработки информации и выработки управляющих рекомендаций данные поступают в подсистему отображения информации, которая посредством диаграмм выводит результат исследования. При необходимости с помощью подсистемы создания отчетов предоставляется возможность создания отчетов о мониторинге.

Анализ самой системы можно представить, как анализ информационных потоков I_{ij} .

Наименьшей составной единицей информационного потока I_{ij} является изображение термограммы миксера $f_i(x,y)$, которое характеризуется множеством параметров по перечисленным функциям $f_1 \dots f_5$.

Множество параметров, характеризующих миксер, можно рассматривать, как информационное описание, представленное в виде:

$$I_i = \{f_i(x,y), \lambda, T_s, T_e, W_1, W_m\}. \quad (8)$$

где $f_i(x,y)$ – изображение термограммы миксера;

T_s – время начала разливки чугуна в миксер;

T_e – время окончания разливки;

λ – интенсивность разливки;

W_1 – первичные данные о массе;

W_m – скорректированный вес чугуна.

Как видно из перечисленных параметров, миксер характеризуется разнородными данными. В то же время, совокупность таких данных может использоваться для составления определенного информационного описания процесса перевозки миксером жидкого чугуна. Т.е. использование совокупности полученных данных позволяет формировать такое информационное описание процесса перевозки жидкого чугуна, которое на данный момент необходимо для пользователя. Задачи подобного типа относятся к классу задач многомерного анализа данных.

В качестве основы для составления информационного описания миксеров была использована технология OLAP (On-Line Analytical Processing), которая достаточно широко используется в многих программных инструментальных средствах оперативного анализа многомерных данных.

С учетом сказанного, множество параметров одного миксера можно рассматривать как одномерную конструкцию (рис. 2), которая при помощи агрегирующего оператора \cup формирует его информационное описание:

$$I_i = \cup \{f(x,y), \lambda, T_s, T_e, W_1, W_m\}. \quad (9)$$

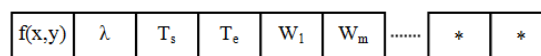


Рис. 2. Одномерная конструкция информационного описания миксера

Слоты в конструкции, обозначенные знаком *, отображают возможность расширения информационного описания миксера за счет анализа функциональных связей известных параметров миксера с объектом (чугун).

Отдельная операция перевозки чугуна с помощью миксеров P_j также является составной частью информационного потока и характеризуется суммой множеств параметров миксеров. С точки зрения OLAP технологии информационное описание процесса перевозки чугуна представляет собой двумерную конструкцию (рис. 3):

$$I_j = \bigcup_{i=1}^n \{f_{ij}(x, y), \lambda_j, T_{sj}, T_{ej}, W_{1j}, W_{mj}\} \quad (10)$$

$f_1(x, y)$	λ_1	T_{s1}	T_{e1}	W_{11}	W_{m1}	*	*
$f_2(x, y)$	λ_2	T_{s2}	T_{e2}	W_{12}	W_{m2}	*	*

$f_i(x, y)$	λ_i	T_{si}	T_{ei}	W_{1i}	W_{mi}	*	*

$f_n(x, y)$	λ_n	T_{sn}	T_{en}	W_{1n}	W_{mn}	*	*

Рис. 3. Двумерная конструкция информационного описания процесса перевозки чугуна

В соответствии с OLAP-технологией информационное описание процесса перевозки жидкого чугуна изображается в виде гиперкуба, сечения которого позволяют анализировать процесс транспортировки чугуна по выбранным критериям:

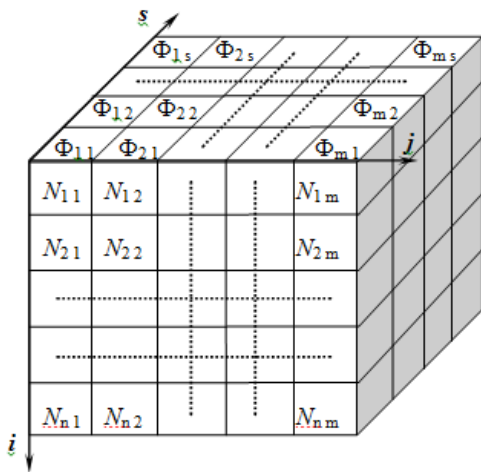


Рис. 4. OLAP-конструкция информационного описания процесса перевозки жидкого чугуна

Осями координат гиперкуба выбраны следующие параметры:

s – количество параметров, которые характеризуют процесс перевозки жидкого чугуна (обозначения параметров на рис. 4 заменены на обозначения соответствующих функций множества Φ , которые позволяют определять данные параметры);

i – количество миксеров;

j – количество операций перевозок чугуна за выбранный период.

Анализ определенных срезов полученной трехмерной конструкции позволяет характеризовать процесс транспортировки жидкого чугуна по выбранным критериям. На основе анализа срезов предоставляется возможным создание отчета о перевозке жидкого чугуна в любой период времени.

Из информационного описания процесса перевозки видно, что выходной поток информации является множеством различных видов информации, поэтому система хранения информации состоит из базы данных, базы миксеров и базы знаний.

В базе миксеров хранятся изображения термограмм миксеров и их идентификаторы.

В базе данных хранятся данные, полученные в результате анализа изображения термограммы.

База знаний необходима для функционирования прецедентной системы поддержки принятия решений.

Архитектура компьютерной системы

Рассмотренная информационная модель компьютерной системы мониторинга процесса перевозки жидкого чугуна позволяет формировать количественные статические характеристики данного процесса.

Поскольку из предложенной информационной модели системы становятся известными все информационные потоки и функции для составления информационного описания процесса транспортировки жидкого чугуна, представляется возможным разработать архитектуру системы для проведения автоматизированного мониторинга процесса транспортировки жидкого чугуна.

На рис. 5 представлена архитектура предложенной системы автоматизированного мониторинга.

Предложенная система состоит из следующих компонентов.

1. Тепловизор – предназначен для получения изображения термограммы миксера.

2. Тензодатчики – предназначены для определения первичных данных о массе транспортируемого чугуна.

3. Компьютер технолога – ЭВМ, предназначенная для анализа термограмм миксера, а также первичных данных о массе чугуна, на которой располагается программное обеспечение (ПО).

4. Программный анализатор на основе нейронной сети предназначен для обработки изображения термограммы миксера и массива температур.

5. База данных – содержит полученные в результате анализа данные состояния футеровки миксера.

6. База миксеров – набор данных о количестве в составе миксеров и их характеристиках.

7. Прецедентная СППР – программа, которая оперирует со знаниями в процессе мониторинга с целью выработки рекомендаций или решения проблем по определению количественного состава миксеров и их технического состояния, необходимых для перевозки заданной массы чугуна.

8. База знаний – хранилище информации, содержащее рекомендации или знания, полученные в результате мониторинга процесса транспортировки жидкого чугуна.

9. Электронное светодиодное табло (ЭСТ) – светодиодная панель для отображения информации об общей массе чугуна и массе транспортируемой в данный момент.

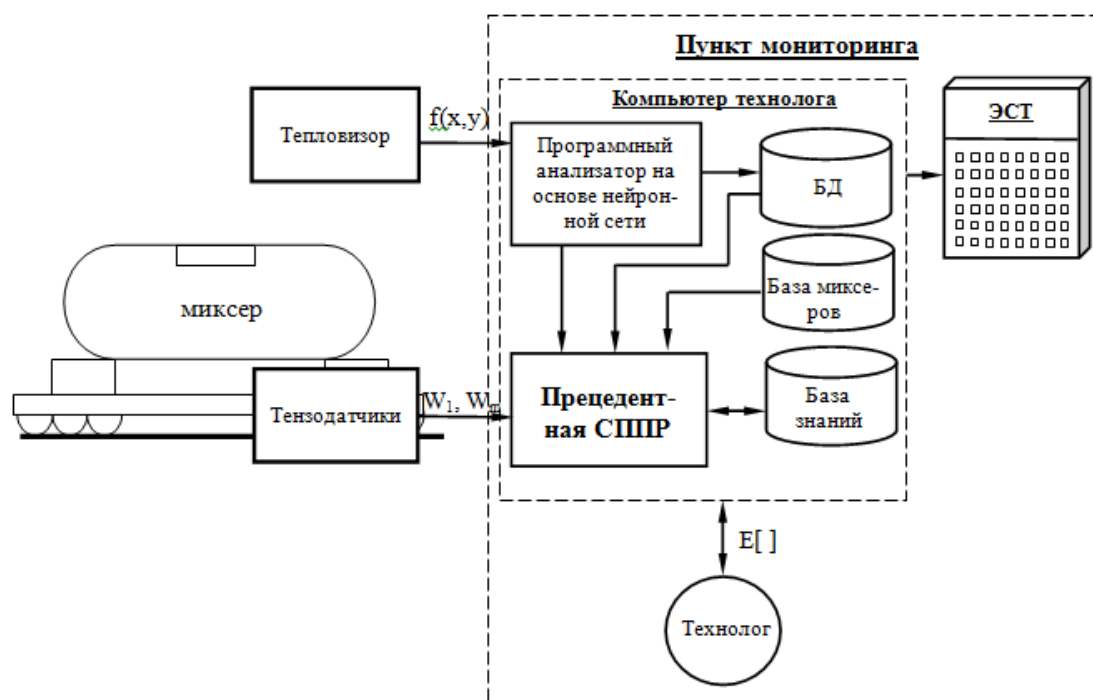


Рис. 5. Архитектура компьютерной системы мониторинга процесса перевозки жидкого чугуна

Выводы

Таким образом, разработана информационная модель системы мониторинга процесса транспортировки жидкого чугуна, которая отображает информационные потоки системы, а также подсистемы, взаимодействие которых позволяет выполнять операции мониторинга в процессе транспортировки жидкого чугуна.

На основании информационной модели сформирована архитектура компьютерной системы мониторинга процесса транспортировки жидкого чугуна.

Список литературы

1. Весы, весовые дозаторы, системы взвешивания и дозирования / В.А. Орлов, Н.Б. Копытчук, В.Ц. Стебновский, В.В. Горелкин. – Одесса: Астропринт, 2001. – 396 с.
2. Федюшин Ю.М. Перспективы розвитку залізничного транспорту України / Ю.М. Федюшин. – К.: Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2002. – № 4,5 (37). – С. 3.

3. Избачков Ю.С. Информационные системы / Ю.С. Избачков, В.Н. Петров. – СПб.: Питер, 2006. – 656 с.

4. Якобсон И. Унифицированный процесс разработки программного обеспечения / И. Якобсон, Г. Буч, Дж. Рамбо. – СПб.: Питер, 2002. – 458 с.

5. Копитчук М.Б. Теоретичні основи побудови і засоби практичної реалізації інтегрованих інформаційних систем обліку вантажопотоків: дис. доктора техн. наук; 05.13.06; захищена 3.07.2003 / Копитчук Микола Борисович. – Одеса, 2003. – 305 с.

6. Красильников Н.Н. Цифровая обработка изображений / Н.Н. Красильников. – М.: Вузовская книга, 2001. – 320 с.

7. Емельянова Н.Ю. Метод автоматизированной оценки технического состояния передвижного миксера / Н.Ю. Емельянова // Системы обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2011. – Вип. 8(98). – С. 67-70.

Поступила в редколлегию 24.01.2012

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.Н. Фоменко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ РІДКОГО ЧАВУНУ

Н.Ю. Ємельянова, В.О. Ємельянов

Проведена декомпозиція комп'ютерної системи моніторингу процесу транспортування рідкого чавуну. Наведено опис отриманих підсистем та їх взаємодія шляхом перетворення і передачі інформації для системи моніторингу. Описано основні інформаційні потоки системи та її етапи функціонування. Запропоновано архітектуру комп'ютерної системи моніторингу процесу транспортування рідкого чавуну. Описані компоненти системи моніторингу та їх призначення.

Ключові слова: інформаційна модель, комп'ютерна система, транспортування чавуну, нейронна мережа.

INFORMATION MODEL FOR MONITORING SYSTEM OF THE LIQUID IRON TRANSPORTATION PROCESS

N.Y. Iemelianova, V.O. Iemelianov

Decomposition the monitoring computer system of the transport of liquid iron was carried out. The subsystems and their interactions by transforming and transmitting information to the monitoring system was described. The basic flows of information system and its phases of operation was described. Architecture of a computer system for monitoring the process of transportation of liquid iron was proposed. The components of the monitoring system and their purpose was described.

Keywords: information model, the computer system, transportation of iron, neural network.