

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫМИ ПОТОКАМИ

А.М. Буранбаев, П.А. Кулаков, П.Н. Чариков

Произведен анализ количественных и качественных показателей материальных потоков в процессе переработки сырья. Построены системные модели бизнес-процессов, а также динамические и структурные модели программного обеспечения. Предложена математическая модель оценки эффективности распределения материальных ресурсов. Приведена программная реализация.

Ключевые слова: моделирование, бизнес-процессы, материальные потоки, Cobit, учетная политика, оптимизация затрат, ER-диаграмма.

Материальные потоки – категория логистики, незаменимая при учёте разнообразных материальных операций с сырьём на всех этапах производства. Они классифицируются по отношению к самой логистической системе и её звеньям, номенклатуре и ассортименту. Такое обширное разделение материальных потоков на виды позволяет охватить большое число разновидностей логистических процессов на предприятиях, ведущих деятельность в самых разных направлениях: от продовольственного рынка до химических заводов. В данной статье будет рассматриваться химическое предприятие, занимающееся переработкой сырья. Рассмотрим моделирование процесса учёта материальных затрат в этом процессе, где и понадобится использование материальных потоков.

При разработке и введении в действие системы оптимизации балансов материальных потоков на химическом предприятии, позволяющей усилить контроль за использованием материальных и энергетических потоков и их качеством, были сформулированы основные задачи.

Чтобы отслеживать различные состояния многопараметрического объекта, перед началом измерений следует внести в базу данных центра обработки информацию о границах интервалов допустимых значений каждого параметра объекта на производстве и набор правил, определяющих оценку параметров состояния и формирование данных о соответствии или несоответствии полученных значений нормам, также задаётся, каким образом будут сгенерированы и представлены результаты комплексного мониторинга динамической системы. После проведения анализа измерений на предмет соответствия нормам строим графическое представление состояния системы в полярной системе координат наряду с текстовым выводом данных.

Методология Cobit (Control Objectives for Information and Related Technology) позволила установить целевые выгоды для бизнеса, их соответствие бизнес-стратегии: оптимизация затрат на материальные ресурсы, непрерывность и доступность материальных ресурсов, обеспечение стабильности качества сырья [7].

Цели процесса перемещения энергетических потоков были определены и детализированы по следующим категориям.

1. Прямые цели – это поддержание материального потока на минимально безопасном уровне с резервом [8]:

$$Q_g \geq \sum Q_{ip} + \sigma \xi,$$

где Q_g – суммарный материальный поток; Q_{ip} – материальный поток на i -ю продукцию; σ – среднеквадратичное отклонение материального потока на производства продукции; ξ – норма резерва.

Минимизация материального потока на единицу продукции

$$F(Q_g / \sum Q_{ip}) \rightarrow \min.$$

Контроль качества состава сырья на соответствие заданным стандартам производится по формулам:

коэффициент насыщения

$$KH = \frac{\%CaO - (1,65\%Al_2O_3 + 0,35\%Fe_2O_3)}{2,8\%SiO_2},$$

$$\text{силикатный модуль } n = \frac{\%SiO_2}{(\%Al_2O_3 + \%Fe_2O_3)};$$

$$\text{глиноземный модуль } p = \frac{\%Al_2O_3}{\%Fe_2O_3}.$$

Выработка определяется по формуле

$$CM = \frac{P_{ИЗВ} \cdot (100 - K_{ВЛ.ИЗВ.})}{100} + \frac{P_{ОГ} \cdot (100 - K_{ВЛ.ОГ.})}{100} + \frac{P_{ГЛ} \cdot (100 - K_{ВЛ.ГЛ.})}{100},$$

где $P_{ИЗВ}$ – расход извести; $K_{ВЛ.ИЗВ.}$ – коэффициент влажности извести; $P_{ОГ}$ – расход огарки; $K_{ВЛ.ОГ.}$ – коэф. влажности огарки; $P_{ГЛ}$ – расход глины; $K_{ВЛ.ГЛ}$ – коэф. влажности глины.

Применяя адаптивный алгоритм управления по величине рассогласования в звене обратной связи [9], [10], оперативно получаем процент изменения влажности компонентов [11].

Цель по выработке – минимизация функции среднеквадратичных отклонений фактических значений от заданных:

$$\sigma = \sqrt{\sum (CM_{\phi} - CM_3)^2} \rightarrow \min.$$

Введён показатель нормы отклонений

$$N_{от} = \frac{\sigma}{CM_3} \leq N_3.$$

2. Контекстуальные (опосредованные) цели. Упрощение и процесса составления отчетности и документооборота.

3. Цели доступа и безопасности. Настройка политик безопасности по доступу к первичной информации и отчетности.

Реализация. Для описания контура управленческого учета входе сбора данных построена функциональная модель документооборота в нотациях IDEF0.

Для описания информационной структуры модели процесса учета материальных потоков была создана ER-модель в нотации IDEF1X (рис. 1). Вся технологическая цепочка разбита на отдельные узлы, по которым производится учет материальных потоков. В отдельные сущности вынесены расход и приход материальных ресурсов по каждому из узлов. Центральными являются сущности Smena и SmenaDay, куда помещаются ежедневные показатели движения материальных потоков, режимы работы оборудования, а также сведения о сотрудниках.

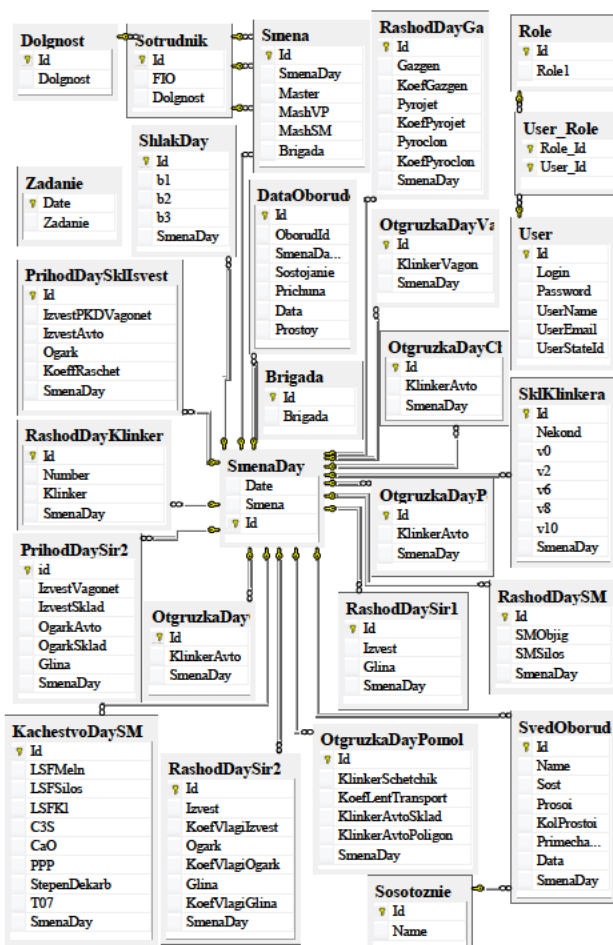


Рис. 1. Информационная модель материального потока

Созданная структура базы данных позволяет получать результаты выработки в разрезе различных временных периодов и по различным узлам или сотрудникам.

Приведенные выше цели минимизации запасов, контроль качества и выработка реализуется программным путем. При отклонении недельной или месячной выработки выше нормы, состояние системы фиксируется и заносится в базу знаний для последующей обработки.

На рис. 2 показана диаграмма вариантов использования, помогающая определить общие границы функционала будущей системы, основываясь на выбранной предметной области, составить спецификации требований к функциональному поведению системы и разработать на её основе исходной концептуальной модели. На диаграмме показаны основные действия при вводе данных о качестве:

- 1) ввод показателей на мельнице, силосе и показатели клинкера;
- 2) ввод показателей клинкера.

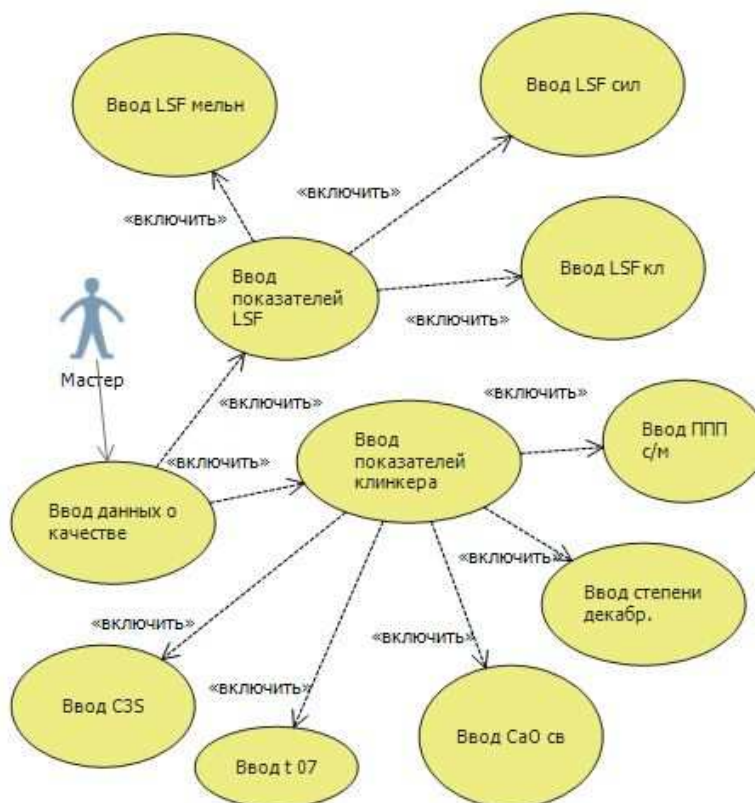


Рис. 2. Диаграмма вариантов использования «Ввод данных о качестве»

В качестве модуля для работы с информацией в базе данных был выбран Entity Framework, он даёт возможность сократить количество строк кода, уходящих на написание логики доступа к базе, работая с реляционными данными через объекты. В состав архитектуры EF входят модель,

описывающая, как соотносятся между собой объекты клиента с таблицами базы данных (Entity Data Model), и различные слои, отвечающие за получение запросов от клиентской части и их выполнение в базе данных. Для обращения к реляционной СУБД используется провайдер данных ADO.NET.

На рис. 3 представлена форма отчетности за выбранный период времени по заданным узловым точкам производства.

Сырьевое отделение 23 января 20... **Склад отд. СЫРЬЕВОЙ-1**

	Сутки	Месяц	Год
Часы работы	22,17	629,25	740,33
Часы простоя	1,83	114,75	243,67
Выработка	3564,6	116292	145254
Пронзв-ть	160,78	184,81	196,20

Приход	Сутки	Месяц	Год
Ваг.	0	10114	151451
Извест. ---	0	6948,1	10440€
т			
Извест. а/м	1518	19821	94191
Огарки	0	0	13818

Расход	Сутки	Месяц	Год
Извест.	1123	33156,	48758,
Огарки	20	604,1	909,1

Отделение ОБЖИГ **Склад отд. СЫРЬЕВОЙ-2**

	Сутки	Месяц	Год
Часы работы	14,33	532,26	603,92
Часы простоя	9,67	211,74	380,08
Кол-во остан.	3	24	30
Расход СМ	3402	114914	135043
Выработка СМ	140,47	3133,3	6179,3
Пронзв-ть	9,8029	0	0

Приход	Сутки	Месяц	Год
Ваг.	935	53726	766734
Извест. ---	644,82	36718,	52840€
т			
Извест. скла	0	0	19056
Глиня	1424,8	34732,	40177,
Огарки скл.	111,26	1041,0	164063
Огарки а/тр	0	99,85	13818,

Расход	Сутки	Месяц	Год
Извест.	3084	94940	12216€
Глиня	3084	94940	12216€
Огарки	19	1101	14340

Рис. 3. Форма ежедневного отчета

В результате пользователи имеют возможность:

- 1) вносить оперативную информацию о материальных потоках на предприятии;
- 2) получать оперативный отчет по приходу, расходу материальных ресурсов, времени работы оборудования и качеству за выбранный период времени;
- 3) контролировать качество материалов;
- 4) определять норму отклонения и состояние системы при превышении нормы;
- 5) анализировать результаты расчетов минимально необходимого количества материальных ресурсов;
- 6) получить показатели производительности по персоналу и оборудованию.

Выводы

1. В работе с учетом возможностей современных технологий определена архитектура интеллектуальной системы. Даны рекомендации по выбору критериев диагностики состояния и идентификации параметров адаптивной балансной модели и согласование результатов измерения параметров потоков ИС.

2. Решена задача генерирования и представления в базе данных программного комплекса химического предприятия анализаторов данных реального времени.

3. Разработана методика анализа баланса материальных потоков на основе балансных моделей в составе интегрированной информационной системы.

Список литературы

1. Система расчета материальных балансов I-DRMS [Электронный ресурс]. URL: http://www.indusoft.ru/products/indusoft/I_DRMS/ (дата обращения: 09.09.2015).

2. Система оптимизации балансов теплоснабжающей организации: пат. 117672 Рос. Федерация: МПК В28В1/08. А.Э. Ананьин, А.А. Санников, С.С. Сынтульский; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Институт системного мониторинга». № 2011124627/08; заявл. 17.06.2011; опубл. 27.06.2012. Бюл. № 16/2013. 10 с.

3. Способ контроля состояния инженерных сетей и калибровки каналов измерения параметров потоков: пат. 2287683 Рос. Федерация: МПК Е21В47/10. Ю.И. Зозуля, С.И. Братцев, Н.М. Сibaгатуллин, М.А. Слепян; заявитель и патентообладатель Межрегиональное открытое акционерное общество «НЕФТЕАВТОМАТИКА». № 2002118833/03; заявл. 12.07.2002; опубл. 20.11.2006. 12 с.

4. Устройство для выявления, сигнализации и предотвращения аварийных ситуаций: пат. 2206921 Рос. Федерация: МПК G08В19/00, G08В21/00 Н.Р. Бобровников, Ю.Н. Гридин, А.В. Туленко, Е.Д. Чертов, С.В. Яркин; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью Инженерная фирма «МИАС». № 2001109586/09; заявл. 09.04.2001; опубл. 20.06.2003. 54 с.

5. Чариков П.Н., Кулаков П.А., Шишкина А.Ф. Управление информационными ресурсами процесса учета энергетических затрат // Научное обозрение. 2015. № 8. С. 388 – 393.

6. АС УМП и РБП – Автоматизированная система учета материальных потоков и расчета балансов предприятия [Электронный ресурс]. URL: http://media.klinkmann.ru/catalogue/content/data_ru/Wonderware/Wonderware_sstory_Bashkir_Soda_Company_ru_0715.pdf (дата обращения: 15.09.2015).

7. СОБИТ 5: Бизнес-модель по руководству и управлению ИТ на предприятии. М: Isaca. 2012. 94 с.

8. Кулаков П.А., Чариков П.Н. Моделирование бухгалтерского и управленческого учета материальных потоков на предприятиях нефтехимии // Научное обозрение. 2015. № 12. С. 409 – 413.

9. Кулаков П.А., Шишкина А.Ф., Карасев Е.М. Управление функционированием объектов нефтехимии на основе менеджмента риска [Электронный ресурс] // Современные проблемы науки и образования. 2014. №6; URL: www.science-education.ru/120-16482 (дата обращения: 07.03.2015).

10. Кулаков П.А. Обеспечение безопасности технологической установки производства олигопипериленового синтетического каучука: Дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. 05.26.03. Казань, 2011. 121 с.

11. Чариков П.Н. Системное моделирование организационного управления машиностроительным предприятием при производстве под заказ: дис. ... канд. техн. наук: Уфа, 2004. 162 с.

12. Платформа ADO.NET Entity Framework [Электронный ресурс]. URL: [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/bb399572\(v=vs.110\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/bb399572(v=vs.110).aspx) (дата обращения: 17.05.2015).

13. Пирогов В. Информационные системы и базы данных. Организация и проектирование. СПб.: БХВ-Петербург, 2009. 528 с.

14. Ларман К. Применение UML 2.0 и шаблонов проектирования. Введение в объектно-ориентированный анализ, проектирование и итеративную разработку. М.: Вильямс, 2013. 736 с.

15. Рамбо Дж., Блаха М., Фаронов В.В. UML 2.0. Объектно-ориентированное моделирование и разработка: учеб. пособие. СПб.: Изд-во «Питер», 2007. 544 с.

16. Троелсен Э. Язык программирования C# 5.0 и платформа .NET 4.5 М.: Вильямс, 2015. 1312 с.

Буранбаев Айдар Маратович, студент, aidarka95@yandex.ru, Россия, Стерлитамак, Стерлитамакский филиал Уфимского государственного авиационного технического университета,

Кулаков Пётр Алексеевич, канд. техн. наук, доц., petr20071@mail.ru, Россия, Стерлитамак, Стерлитамакский филиал Уфимского государственного авиационного технического университета,

Чариков Павел Николаевич, канд. техн. наук, доц., charikovpn@yandex.ru, Россия, Стерлитамак, Стерлитамакский филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета

OPTIMAZATION MODEL OF MATERIAL FLOW MANAGEMENT PROCESS

A.M. Buranbayev, P.A. Kulakov, P.N. Charikov

The analysis of parameters of quantity and quality of material flows in processing of raw materials is performed. System models of business processes are created, also including dynamic and structural models of software. Mathematical model of material resource allocation effectiveness rating is suggested. Software realization is included.

Key words: modelling, business processes, material flows, Cobit, accounting policy, optimization of expenses, ER-diagram.

Buranbayev Aidar Maratovich, student, aidarka95@yandex.ru, Russia, Sterlitamak, Sterlitamak branch of Ufa State Aviation Technical University,

Kulakov Peter Alekseyevich, candidate of technical science, docent, petr20071@mail.ru, Russia, Sterlitamak, Sterlitamak branch of Ufa State Aviation Technical University,

Charikov Pavel Nikolayevich, candidate of technical science, docent, charikovpn@yandex.ru, Russia, Sterlitamak, Sterlitamak branch of Ufa State Petroleum Technological University

УДК 621.90.02

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В.С. Сальников, О.А. Ерзин, А.В. Ковалев

Проведён анализ современных методов диагностики и обслуживания металлорежущих станков. Показано что, подход к прогнозу как к системе с запаздыванием, позволяет существенно увеличить его точность, и открывает перспективы перехода к техническому обслуживанию и ремонту металлорежущих станков по фактическому техническому состоянию.

Ключевые слова: техническое обслуживание, техническое состояние, диагностика металлорежущего оборудования, металлорежущие станки, диагностический сигнал.

Современные методы обслуживания и ремонта станков позволяют продлить срок эксплуатации оборудования с сохранением заданных технических характеристики и снизить финансовые расходы, которые, как известно, значительно выше первоначальной стоимости оборудования.

В настоящее время большинство предприятий используют систему планово-предупредительного ремонта (ППР), разработанную еще в 50-е годы прошлого столетия в Экспериментальном научно-исследовательском институте металлорежущих станков (ЭНИМС). Согласно этому подходу для определения технического состояния и уровня износа узлов используется полная разборка и осмотр деталей. Однако даже если узлы в приемлемом состоянии, то существует вероятность их повреждения при последующей сборке.

В 90-е годы XX века промышленные предприятия запада и Японии перешли на систему обслуживания по фактическому техническому состоянию. Использование данного метода обслуживания позволяет значительно снизить затраты. На рубеже веков такой подход стал внедряться и на ведущих отечественных производствах.