

РАЗДЕЛ «ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

УДК 519.237(.245)

АВРАМЕНКО В.І., к. т. н., доцент

Дніпродзержинський державний технічний університет

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ ВИПАДКОВИХ ВЕЛИЧИН
З ЗАДАНИМИ ПАРНИМИ І ЧАСТИННИМИ КОЕФІЦІЄНТАМИ КОРЕЛЯЦІЇ

Вступ. При аналізі складних систем, зокрема в економіці, припущення про незалежність між різними складовими системи чи факторами не завжди є слушним. Крім того, при використанні методу Монте-Карло генератори випадкових чисел для обмежених вибірок довжиною n також не гарантують отримання незалежних послідовностей. Часто степінь зв'язку між факторами системи чи результатами моделювання оцінюється парними і/або частинними коефіцієнтами кореляції. Тому при статистичному моделюванні таких систем виникає задача отримання матриці вихідних даних з заданими наперед величинами коефіцієнтів кореляції між елементами стовпців матриці. В статті розглянуто метод моделювання систем випадкових величин з заданими кореляційними властивостями.

Постановка задачі. Розглянемо генеровану з використанням деякого генератора випадкових чисел матрицю X розмірності $n \times m$, де n – кількість рядків матриці (довжина вибірки), m – кількість стовпців (число параметрів системи). Відомими перетвореннями [1] перейдемо до матриці тієї ж розмірності стандартизованих величин Y , коли для кожного стовпця матриці виконуються рівняння

$$\sum_{i=1}^n y_{ij} = 0; \quad \sum_{i=1}^n y_{ij}^2 = n-1. \quad (1)$$

Для обмежених вибірок кореляційна матриця генерованих даних в загальному випадку не є одиничною. Позначимо

$$Y^T \cdot Y = \mathfrak{K} \cdot (n-1),$$

де $Y^{\hat{}}$ – транспонована матриця генерованих даних, \mathfrak{K} – кореляційна матриця парних коефіцієнтів кореляції розмірності $m \times m$. Слід знайти таке перетворення матриці Y , яке б забезпечило отримання матриці з заданими парними коефіцієнтами кореляції.

Результати роботи. Будемо шукати таку матрицю перетворення P вихідних даних, яка дозволить отримати систему випадкових величин з заданою наперед кореляційною матрицею R (в тому числі і одиничною). В такому випадку повинна виконуватись умова

$$(Y \cdot P^T)^T \cdot (Y \cdot P^T) = R \cdot (n-1).$$

Після тотожних перетворень отримуємо матричне рівняння, яке містить невідому матрицю перетворення P :

$$\mathfrak{K} \cdot P^T = P^{-1} \cdot R. \quad (2)$$

Розмірність кожної матриці $m \times m$.

В окремих випадках, якщо стовпці вихідної послідовності статистично незалежні, матриця \mathfrak{K} є одиничною I_m порядку m , і рівняння (2) приймає вигляд

$$P \cdot P^T = R. \quad (3)$$

Аналогічно, якщо з довільної кореляційної матриці \mathfrak{K} слід отримати послідовність

лінійно незалежних випадкових величин з одиничною кореляційною матрицею, то рівняння (2) запишеться так:

$$\mathfrak{X} \cdot P^T = P^{-1}. \quad (4)$$

Для зменшення кількості невідомих пропонується використовувати нижню трикутну матрицю перетворення [2], причому, враховуючи формули (2), без обмеження загальності можна покласти елемент матриці перетворення $p_{11} = \pm 1,00$. Наприклад, для системи двох випадкових величин

$$\mathfrak{X} = \begin{pmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{pmatrix}; \quad R = \begin{pmatrix} 1 & r \\ r & 1 \end{pmatrix}; \quad P = \begin{pmatrix} p_{11} & 0 \\ p_{21} & p_{22} \end{pmatrix}$$

розв'язки мають вигляд $p_{22} = \pm \sqrt{\frac{1-r^2}{1-\rho^2}}$, $p_{21} = r - \rho \cdot p_{11} \cdot p_{22}$, (5)

де ρ та r – недиагональні елементи матриць відповідно \mathfrak{X} та R . Незаважко впевнитись, що виконується властивість

$$(\det P)^2 = \frac{\det R}{\det \mathfrak{X}}, \quad (6)$$

де \det – оператор обчислення визначника матриці. Для окремих випадків матриць \mathfrak{X} та R елементи матриці перетворення приймають значення:

$$\begin{aligned} \text{при } \rho=0 \quad p_{22} &= \pm \sqrt{1-r^2}; \quad p_{21} = r; \\ \text{при } r=0 \quad p_{22} &= \frac{1}{\pm \sqrt{1-\rho^2}}; \quad p_{21} = \frac{-\rho \cdot p_{11}}{\pm \sqrt{1-\rho^2}}. \end{aligned}$$

Для матриць більшої розмірності матричне рівняння (2) пропонується розв'язувати числовими методами, зокрема використовувати метод найменших квадратів в такій постановці: шукати такі значення елементів матриці P , щоб сума квадратів відхилів елементів добутку двох матриць в лівій і правій частинах рівняння (2) була мінімальною. Мінімум шукається довільним стандартним методом багатовимірної оптимізації. Значення мінімуму суми квадратів відхилів знаходиться в межах похибки обчислень $1 \cdot 10^{-11} - 1 \cdot 10^{-13}$. В загальному випадку розв'язок не єдиний. Кількість різних розв'язків складає 2^m , отже для системи двох величин має місце чотири розв'язки, для системи трьох – вісім, але кожен з них забезпечує отримання кореляційної матриці заданого виду і має однаковий визначник.

Після знаходження елементів матриці перетворення P послідовність з заданою наперед кореляційною матрицею R шукається за формулою

$$Z = Y \cdot P^T. \quad (7)$$

Отримана система величин Z розмірності $n \times m$ містить, як і сукупність Y , стандартизовані значення. Лінійними перетвореннями для кожного стовпця матриці Z можна отримати задані наперед статистичні характеристики – середнє значення і середнє квадратичне відхилення, кореляційна матриця при цьому не змінюється.

В табл.1 наведено кореляційні матриці \mathfrak{X} загального та одиничного виду розмірності 4×4 , відповідні матриці перетворення P , які отримані методом найменших квадратів, і види кореляційних матриць R сукупності Z , які в точності відповідають заданим. В усіх випадках слушне рівняння (6).

Таблиця 1 – Результати моделювання

Кореляційна матриця R				Матриця перетворення P				Кореляційна матриця R			
1	0,10	0,20	0,30	1	0	0	0	1	0,30	0,20	0,10
0,10	1	-0,10	-0,20	0,204	0,959	0	0	0,30	1	0,40	0,50
0,20	-0,10	1	0,10	-0,035	0,472	0,939	0	0,20	0,40	1	0,60
0,30	-0,20	0,10	1	-0,303	0,736	0,445	0,802	0,10	0,50	0,60	1
1	0	0	0	1	0	0	0	1	0,30	0,20	0,10
0	1	0	0	0,300	0,954	0	0	0,30	1	0,40	0,50
0	0	1	0	0,200	0,356	0,913	0	0,20	0,40	1	0,60
0	0	0	1	0,100	0,493	0,443	0,742	0,10	0,50	0,60	1
1	0,10	0,20	0,30	1	0	0	0	1	0	0	0
0,10	1	-0,10	-0,20	-0,101	1,005	0	0	0	1	0	0
0,20	-0,10	1	0,10	-0,218	0,125	1,028	0	0	0	1	0
0,30	-0,20	0,1	1	-0,346	0,249	-0,010	1,081	0	0	0	1

Слід відмітити, що елементи заданої кореляційної матриці R не можуть бути довільними, бо будь-яка кореляційна матриця повинна бути симетричною додатно визначеною, тобто її визначник і всі головні мінори M_{ii} повинні бути додатними [3].

Розглянемо для прикладу матрицю третього порядку. Нехай парні коефіцієнти кореляції r_{12} і r_{13} задані, визначимо межі можливих значень елементу r_{23} :

$$\det R = 1 + 2 \cdot r_{12} \cdot r_{13} \cdot r_{23} - r_{12}^2 - r_{13}^2 - r_{23}^2 > 0.$$

Після перетворень отримуємо нерівність відносно r_{23} , яка слухна на інтервалі

$$r_{12} \cdot r_{13} - \sqrt{(1-r_{12}^2)(1-r_{13}^2)} < r_{23} < r_{12} \cdot r_{13} + \sqrt{(1-r_{12}^2)(1-r_{13}^2)}.$$

На рис.1 показано графіки залежності значення визначника кореляційної матриці R від величини елемента r_{23} для різних величин парних коефіцієнтів кореляції r_{12} і r_{13} . Припустимі значення коефіцієнта r_{23} знаходяться на інтервалі, де величини визначника є додатними.

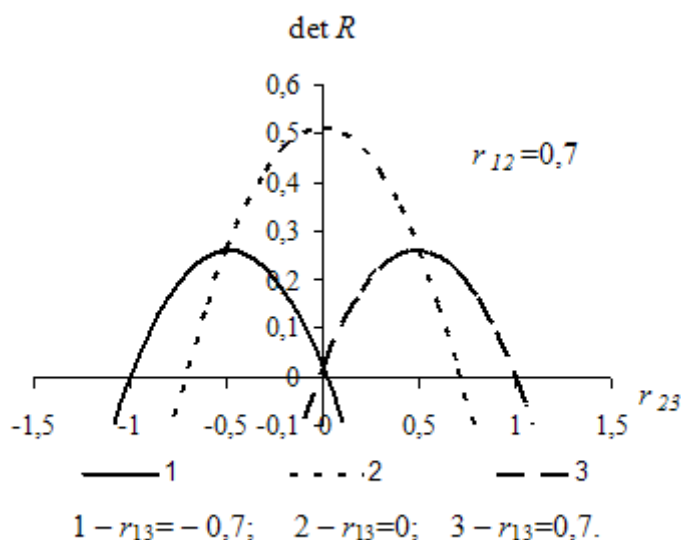


Рисунок 1 – Графіки значень визначника матриці R

Як відомо, степінь виокремленого зв'язку між величинами, які входять до складу системи, відображається частинними коефіцієнтами кореляції. Позначимо їх q_{ij} . Для системи трьох випадкових величин час-

тинний коефіцієнт кореляції [1] між другим і третім факторами при незмінному першому обчислюється за формулою

$$q_{23} = \frac{r_{23} - r_{12} \cdot r_{13}}{\sqrt{(1 - r_{12}^2)(1 - r_{13}^2)}}.$$

При $r_{23} = r_{12} \cdot r_{13}$ величина $q_{23} = 0$; на лівій границі припустимих значень r_{23} величина $q_{23} = -1$, на правій $q_{23} = +1$. В центрі інтервалів, при $r_{23} = r_{12} \cdot r_{13}$ величини z_2 і z_3 матриці Z можуть вважатись незалежними, на границях припустимих інтервалів значень r_{23} між величинами z_3 і z_2 існує суттєвий зв'язок.

Таким чином, при заданих парних коефіцієнтах кореляції r_{12} і r_{13} можна, змінюючи величину r_{23} , моделювати системи випадкових величин з заданими наперед величинами частинних коефіцієнтів кореляції. Ця задача є важливою, коли слід оцінити вплив на залежну змінну окремо кожного фактора.

Вирази для частинних коефіцієнтів кореляції

$$q_{13} = \frac{r_{13} - r_{12} \cdot r_{23}}{\sqrt{(1 - r_{12}^2)(1 - r_{23}^2)}}; \quad q_{23} = \frac{r_{23} - r_{12} \cdot r_{13}}{\sqrt{(1 - r_{12}^2)(1 - r_{13}^2)}}$$

розв'яжемо відносно парних коефіцієнтів кореляції; отримуємо

$$\begin{cases} r_{13} = r_{12} \cdot r_{23} - q_{13} \cdot \sqrt{(1 - r_{12}^2)(1 - r_{23}^2)} \\ r_{23} = r_{12} \cdot r_{13} - q_{23} \cdot \sqrt{(1 - r_{12}^2)(1 - r_{13}^2)} \end{cases} \quad (8)$$

Система нелінійних рекурсивних рівнянь може бути розв'язана числовими методами. В табл.2 наведено деякі види кореляційних матриць R з заданими наперед частинними коефіцієнтами кореляції q_{13} і q_{23} при незмінному $r_{12} = 0,7$ і $q_{13} = 0,4$.

Таблиця 2 – Значення елементів кореляційної матриці R

q_{23}	0,00			0,40			-0,40			0,99		
R	1	0,70	0,521	1	0,70	0,689	1	0,70	0,166	1	0,70	0,726
	0,70	1	0,365	0,70	1	0,689	0,70	1	-0,166	0,70	1	0,994
	0,521	0,365	1	0,689	0,689	1	0,166	-0,166	1	0,726	0,994	1
q_{12}	0,642			0,428			0,748			-0,305		

В останньому рядку табл.2 наведено значення частинного коефіцієнта кореляції q_{12} , який відповідає отриманій матриці R . Як видно з таблиці, при $q_{23} = 0,00$ величина $r_{23} = r_{12} \cdot r_{13}$.

Використовуючи отримані матриці R , за формулами (2) можна відшукати матрицю перетворення P і отримати модель системи випадкових величин з заданими частинними коефіцієнтами кореляції.

В загальному випадку, для систем з більшою кількістю чинників, для знаходження елементів матриці парних коефіцієнтів кореляції R з заданими величинами частинних коефіцієнтів кореляції Q також можна використати метод найменших квадратів. Задається довільна симетрична матриця парних коефіцієнтів кореляції R розмірності $m \times m$, для неї обчислюється обернена матриця R^{-1} , за елементами якої за відомими фор-

мулами [3] знаходяться елементи q_{ij} матриці частинних коефіцієнтів кореляції Q і формулюється оптимізаційна задача: міняючи елементи матриці R , відшукати мінімум суми квадратів відхилів між елементами матриці Q і заданої матриці частинних коефіцієнтів кореляції S . Розв'язок є стійким і єдиним.

Таблиця 3 – Приклад заданої матриці Q і відповідної матриці R

Матриця Q частинних коефіцієнтів кореляції					Матриця R парних коефіцієнтів кореляції				
1	0	0,300	0,400	0,500	1	0,596	0,639	0,709	0,788
0	1	0	0,400	0,300	0,596	1	0,425	0,660	0,635
0,300	0	1	0	0,200	0,639	0,425	1	0,470	0,604
0,400	0,400	0	1	0	0,709	0,660	0,470	1	0,620
0,500	0,300	0,200	0	1	0,788	0,635	0,604	0,620	1

В табл.3 наведено задану матрицю Q частинних коефіцієнтів кореляції розмірності 5×5 і відповідну їй матрицю R парних коефіцієнтів кореляції. Взаємний вплив чинників системи є досить складним і наведена вище властивість для елементів матриці 3×3 (при $q_{23}=0$ має місце $r_{23} = r_{12} \cdot r_{13}$) не є слушною.

Висновки. Запропоновані алгоритми дозволяють моделювати матриці вихідних даних з заданими кореляційними властивостями, що є корисним при моделюванні і аналізі складних систем.

ЛІТЕРАТУРА

1. Назаренко О.М. Основи економетрики: підручник / Назаренко О.М. – К.: Центр навчальної літератури, 2004. – 392с.
2. Ермаков С.М. Курс статистического моделирования / С.М.Ермаков, Г.А.Михайлов – М.: Наука, 1976. – 320с.
3. Айвазян С.А. Прикладная статистика и основы эконометрики: учебник для вузов / С.А.Айвазян, В.С.Мхитарян. – М.:ЮНИТИ, 1998. – 1022с.

Надійшла до редколегії 25.04.2013.

УДК 004.031.43

ЗАВГОРОДНИЙ В.В., ст. преподаватель
ЯЛОВАЯ Е.Н., к.т.н., доцент
ЯШИНА К.В., к.т.н., ст. преподаватель

Днепродзержинский государственный технический университет

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ

Введение. Современный этап развития производственных предприятий (ПП) характеризуется повышением внимания к вопросам эффективного управления этими предприятиями, как стратегического, так и оперативного. Это обусловлено тем, что современное ПП должно функционировать в условиях постоянно меняющейся рыночной ситуации, обеспечивая при этом экономическую эффективность реализации целей самого ПП. Наиболее часто политика автоматизации ПП не реализуется по единому принципу, что приводит к тому, что на одном ПП могут функционировать несколько локальных ин-

формационных систем (ИС), при этом информация накапливается в распределенных источниках. Со временем, при увеличении объемов хранимых данных, снижается эффективность принимаемых решений во время оперативного управления (ОУ) ПП, что связано с формированием некорректных решений на основе неактуальной или противоречивой информации. Данный факт обусловлен тем, что согласованность данных поддерживается только на уровне локального источника данных.

Постановка задачи. Для решения проблемы повышения эффективности ОУ в описанных выше условиях необходимо интегрировать локальные ИС ПП. Это можно сделать путем разработки специализированных систем поддержки принятия решений (ССППР), ориентированных на потребности конкретных лиц, принимающих решения (ЛПР) и настроенных на корректное использование данных в рамках информационного пространства (ИнП) ПП. Таким образом, разработка информационных процессов технологии разработки ССППР ПП является актуальной.

Результаты работы. ПП рассматривается как система в виде комплекса взаимосвязанных организационно-экономических, технических и технологических процессов и средств управления ими, применяемых для обеспечения высоких количественных и качественных показателей производственной деятельности.

Принятие решений в производственных условиях – это процесс сложный и требующий полного и объективного анализа состояния различных показателей и аспектов деятельности ПП. Для автоматизации этого процесса используются системы поддержки принятия решений (СППР), которые являются частью информационной инфраструктуры предприятия, целью которой является помощь ЛПР в сложных условиях для полного и объективного анализа предметной деятельности.

Таким образом, повышение эффективности процессов ОУ тесно связано с внедрением СППР, которые могут увеличивать роль ИС при решении типовых ситуаций управления как технологическими, так и бизнес-процессами.

ССППР – это особые интерактивные информационные системы, настраиваемые на удовлетворение функциональных обязанностей конкретного ЛПР, которые используют базы данных, знаний и программ для поддержки принятия решений в интерактивном процессе регулирования хода производства как на уровне ОУ, так и на уровне регулирования технологического процесса. ССППР охватывают [1]: компьютерное и технологическое оборудование, программное обеспечение, данные, модели, математические методы, аналитические технологии, живую работу менеджеров, специалистов и других пользователей.

Разработка ССППР отличается от формирования традиционных ИС, потому что должна обеспечивать уникальные возможности по обработке внутренней и внешней информации в аналитических моделях в диалоговом режиме. Акцент здесь перенесен на возможности системы к адаптации в условиях быстро изменяющихся условий производства. Проблема усложняется тем, что источники данных конкретного ПП могут быть территориально распределены и связаны между собой с помощью компьютерной сети, причем вид и формат источников данных не является унифицированным, что создает дополнительные трудности при организации их автоматической обработки [2].

Можно выделить следующие основные требования к подобным ССППР:

- ✓ обеспечение целостного описания различных аспектов производственной деятельности предприятия;
- ✓ представление данных и знаний в виде графов логически взаимосвязанных объектов с учетом их развития в течение жизненного цикла;
- ✓ обеспечение удобной навигации по источникам данных ИнП с возможностью параметрических запросов на основе адаптивных процедур поиска для оперирования различными аспектами производственного процесса.

Согласно определению [3] информационная технология (ИТ) – это совокупность методов, приемов и программно-технологических средств, объединенных в технологическую цепочку для обеспечения сбора, хранения, обработки и вывода информации. ИТ поддержки принятия решений может использоваться на любом уровне управления. Кроме того, решения, принимаемые на различных уровнях управления, часто должны координироваться. Поэтому важной функцией и систем, и технологий является координация ЛПР на разных уровнях управления.

Можно утверждать, что применение определенных методов реализуется при использовании соответствующих моделей, структур данных и информационных процессов, а, следовательно, при создании ИТ необходимо определить статическую ее часть – структуру – как совокупность математических моделей (ММ), а также описать динамическую составляющую ИТ – информационные процессы (ИП) и их взаимодействие между собой и моделями (ИПММ). Исходя из этого, ИТ представим следующим образом:

$$ИТ = \langle ММ, ИПММ, ИП \rangle \quad (1)$$

Источники связанных данных (ИСД) представим как множество четырехкомпонентных структур, которые называются квадами. Квады состоят из поименованных графов (Г), субъектов (С), предикатов (П) и объектов (О), причем каждый компонент квада должен быть представлен в виде универсального локатора ресурсов (URL), обеспечивающего помимо идентификации ресурса представление информации о его местонахождении:

$$ИСД = \langle Г, С, П, О \rangle \quad (2)$$

Хранилище связанных данных (X) согласно [4] определим как совокупность структур (C), определенных выражением (3):

$$X = \{C_i\}, i = \overline{1, n}, \quad (3)$$

где C_i – i -й квад, n – конечное число квадов в хранилище.

В рамках такого подхода ИнП ИП формально выразим конечное множество хранилищ связанных данных:

$$ИнП = \{X_k\}, k = \overline{1, z}, \quad (4)$$

где K – k -е хранилище связанных данных, z – общее число хранилищ связанных данных ИП.

Таким образом, математическую модель информационного пространства на основе связанных данных [5] представим выражениями (1)-(4).

На рис.1 представлены основные ИП, их взаимодействие с моделями ССПР и ИнП.

Опишем информационные процессы, которые используются для создания информационной технологии разработки ССПР.



Рисунок 1 – Схема ИТ разработки ССПР на основе связанных данных

В рамках первого информационного процесса (ИП1) ЛПР должно выбрать, какие источники информационного пространства будут поставщиками данных для разрабатываемой специализированной ССПР (рис.2).

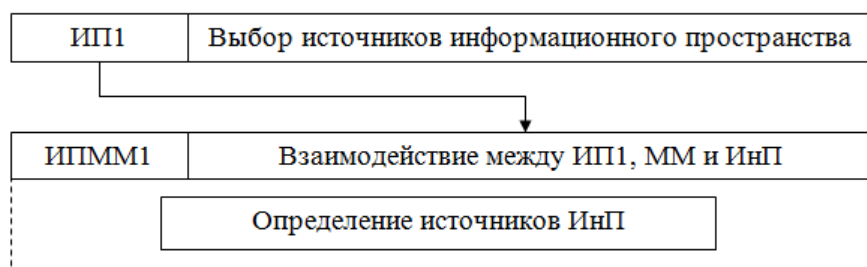


Рисунок 2 – Схема взаимодействия ИП1 с моделями ССПР и ИнП

В рамках второго информационного процесса (ИП2) ЛПР должно сформировать набор показателей различного типа (количественные и нечисловые) и установить на них ограничения (рис.3).

ИП2 является одним из основополагающих процессов при разработке ССПР и предоставляет ЛПР средства для работы с показателями, состояние которых будет отслеживать специализированная ССПР.

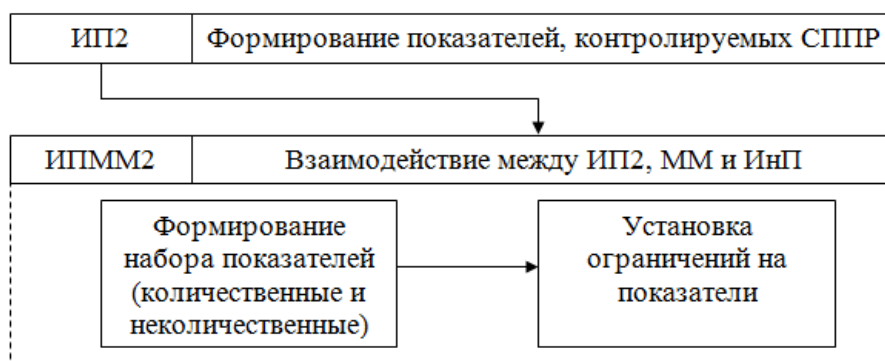


Рисунок 3 – Схема взаимодействия ИП2 с моделями ССПР и ИнП

В рамках третьего информационного процесса (ИП3) происходит формирование правил интерпретации состояний показателей и взаимодействие через информационное пространство с моделью специализированной ССПР (рис.4).

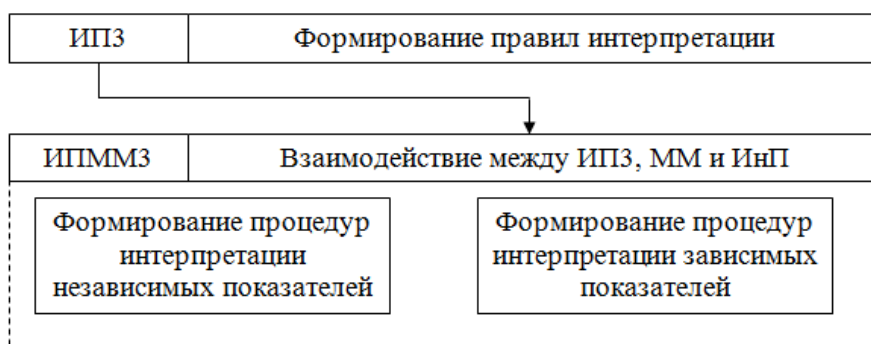


Рисунок 4 – Схема взаимодействия ИП3 с моделями ССПР и ИнП

В рамках четвертого інформаційного процесу (ІП4) відбувається формування рішень, установка пріоритетів задач і взаємодія через інформаційне простір з моделлю спеціалізованої ССПР (рис.5).

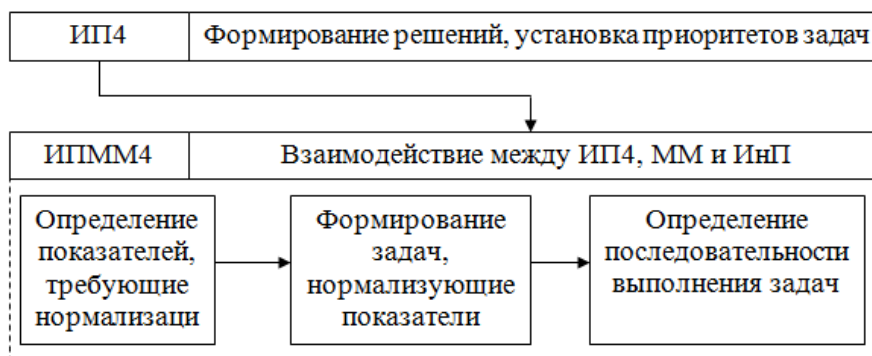


Рисунок 5 – Схема взаємодії ІП4 з моделями ССПР і ІнП

В рамках п'ятого інформаційного процесу (ІП5) ЛПР вибирає набір ІСД з інформаційного простору ПП, на основі яких буде проводити пошук, і встановлює для кожного джерела набір метрик, встановлюючи, яка міра схожості буде застосовуватися при пошуку прецедентів в інформаційному просторі на основі процедури пошуку (рис.6).

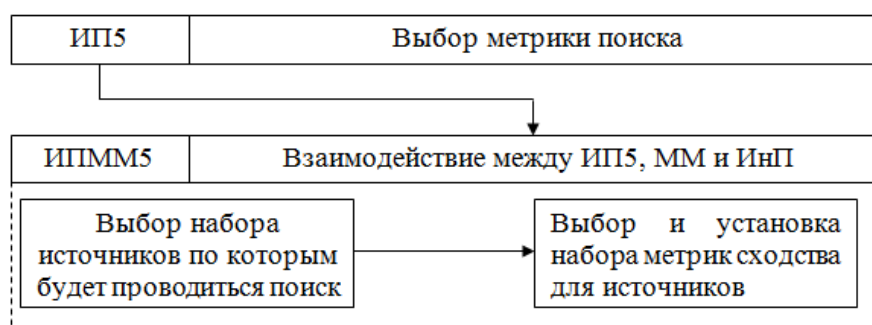


Рисунок 6 – Схема взаємодії ІП5 з моделями спеціалізованої ССПР і ІнП

Таким чином, людина, яка приймає рішення з допомогою інформаційних процесів ІП1-ІП5, які взаємодіють з моделями спеціалізованої ССПР і інформаційним простором виробничого підприємства, може розробити спеціалізовану ССПР для підтримки прийняття рішень на виробничому підприємстві на основі джерел пов'язаних даних (2). З урахуванням вищесказанного, інформаційна технологія розробки ССПР представлена вираженням (1), а схеми взаємодії інформаційних процесів представлені на рис.2-6.

Висновки. Представлено інформаційну технологію розробки спеціалізованих ССПР на основі інформаційного простору підприємства, яка забезпечує розширення вихідних даних спеціалізованої ССПР, що дозволяє оперативно приймати рішення на виробничих підприємствах з територіально розподіленою структурою.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ларичев О.И. Системы поддержки принятия решений: современное состояние и перспективы развития / Ларичев О.И., Петровский А.Б. // Итоги науки и техники. – М.: ВИНТИ. – 1987. – Т. 21. – С.131-164.

2. Шаппелл Д. ESB – Сервисная шина предприятия: пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2008. – 368с.
3. Информационная технология. Автоматизированные системы. Термины и определения: ГОСТ 34.003-90. – [Изд. июль 2009 г. с поправкой (ИУС 1-2003)]. – М.: Стандартинформ, 2009. – 16с. – (Национальный стандарт Украины).
4. Арсеньев Б.П. Интеграция распределенных баз данных / Арсеньев Б.П., Яковлев С.А. – СПб.: Издательство «Лань», 2001. – 464с.
5. Завгородний В.В. Единое информационное пространство производственных предприятий на основе связанных данных / Завгородний В.В., Щербак С.С. // Системы обработки информации. – Харьков: ХУВС. – 2013. – №2 (199). – С.134-138.

Поступила в редколлегию 27.06.2013.

УДК 004.031.43:681.5:658.5(078)

ЛИТВИН А.И., к.т.н., доцент

Днепродзержинский государственный технический университет

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ MES-УРОВНЯ

Введение. Эффективное управление производством обеспечивается соблюдением зачастую противоречивых факторов, событий, условий. Для каждого уровня информационной пирамиды управления свойственны свои качественные и количественные характеристики. На нижних уровнях управление сводится к контролю, регулированию и реализации конкретных процессов производства продукции, частота и полнота информационных потоков в этом случае определяются скоростью протекания технологических процессов [1].

На уровне управления производством учитываются и другие процессы, на первый план выдвигаются больше экономические требования и условия. Информационные потоки агрегируются и все больше приобретают абстрактный, денежный характер с частотой обработки информации от события к событию.

Самый высокий уровень управления – уровень принятия стратегических решений реализации производства, его эффективности, направлений развития, вообще базируется на экономических и финансовых показателях. То есть по мере продвижения в системе управления снизу-вверх меняются не только природа информационных потоков, но и частоты ее обработки. И при создании комплексных информационных систем (КИС) возникает проблема соединения воедино задач, подчиняющихся разным зависимостям для обработки информации [2].

Постановка задачи. Разработать имитационную модель автоматизированной КИС управления производством уровня руководителя предприятия в реальном времени, включающей развитой интерфейс (HMI), компоненты исполнения заданий (SCADA), сохранения истории производственной деятельности (СУБД), планирования работ и обеспечения производства (MES), анализа производственной деятельности с учетом затратных и доходных статей и оценки рентабельности [3].

Результаты работы. В качестве объекта исследования выбрано предприятие по производству хлебобулочных изделий. Состав предприятия: склад сырья, цех 1, цех 2, цех 3, склад готовой продукции, заводоуправление. Производственная программа

включает выпуск трех наименований хлеба: белого формового, ржаного формового и батона.

Автоматизированное рабочее место (АРМ) руководителя позволяет контролировать весь технологический процесс производства, управлять им, получать мгновенную информацию об объемах производства, расходах сырьевых ресурсов, складских запасах, осуществлять закупку необходимого сырья, получать данные о технико-экономических показателях производственного процесса.

Проект реализован на базе SCADA-системы TRACE MODE. Язык программирования Техно ST.

Общая структура модели представлена на рис.1.

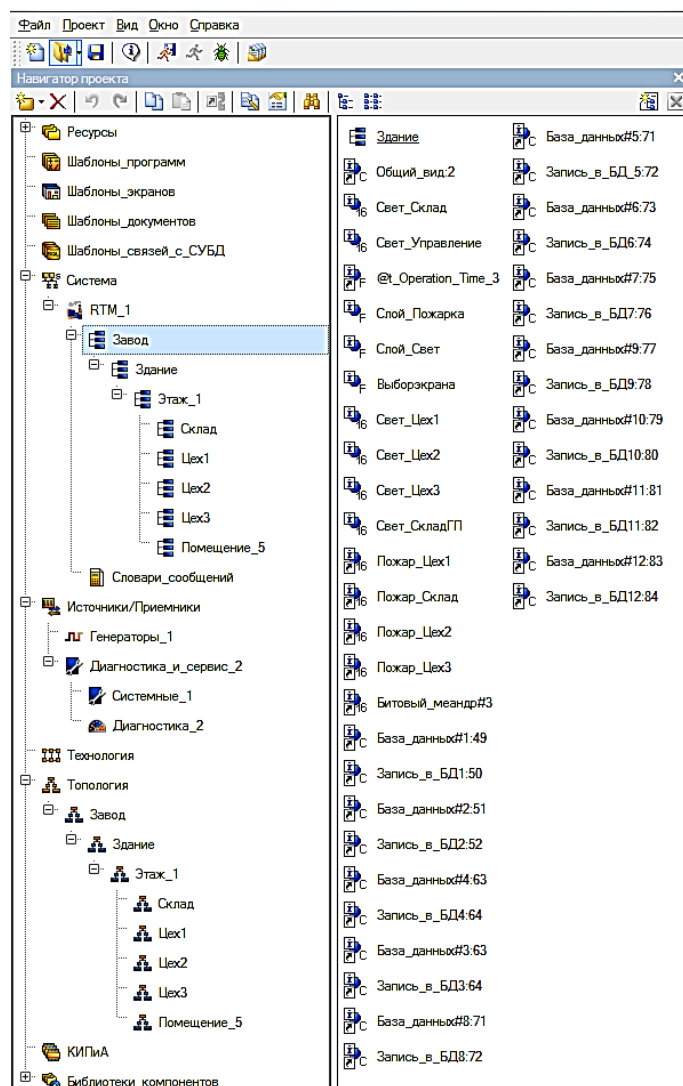


Рисунок 1 – Общая структура модели КИС

В случае достижения минимального допустимого уровня запасов сырья система сигнализирует о наступлении данного события. В этом случае возможно отключить или включить подачу сырья в цеха или выполнить закупку сырья. Информация о складских запасах дублируется диаграммой наличия сырья на складе, а динамика изменения сырьевых запасов – сырьевым графиком. Переходы: Главный экран, Цех 1, Цех 2, Цех 3 (рис.3).

Человеко-машинный интерфейс включает в себя мнемосхемы общего вида предприятия, складов сырья, производственных цехов, экраны отслеживания производственной деятельности и управления ею. Мнемосхемы организованы послойно с возможностью сквозных переходов от одного экрана к следующему. Ключевым является главный экран, названный общим видом (рис.2). Включает в себя технологическое руководство, позволяет отслеживать мгновенный расход сырья и выпуск готовой продукции. Кроме этого, позволяет управлять энергообеспечением всех производственных помещений (условное наименование – освещение), пожарной сигнализацией. Все события отображаются в журнале событий (журнал). Переходы: экраны Склад, Цех 1, Цех 2, Цех3, ТЭП (технико-экономические показатели).

Экран Склад отображает запасы всех видов сырья, а также их мгновенный остаток.

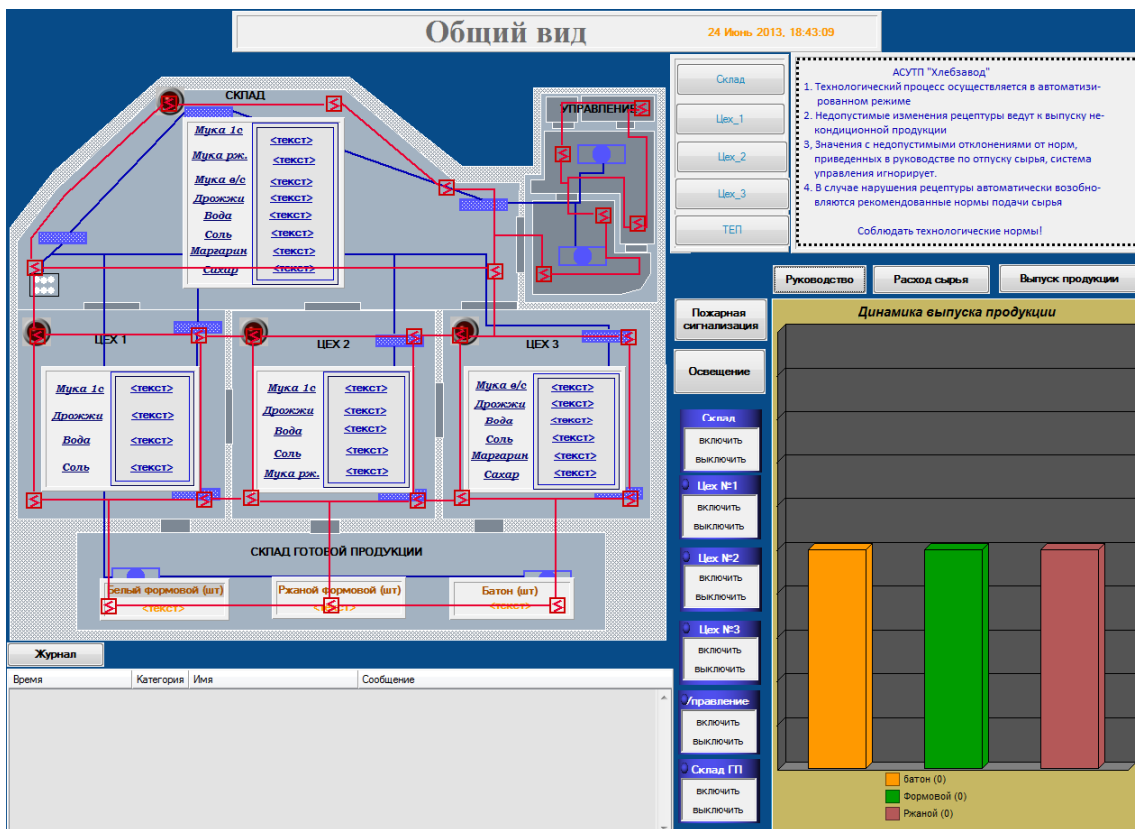


Рисунок 2 – Начальная мнемосхема модели КИС

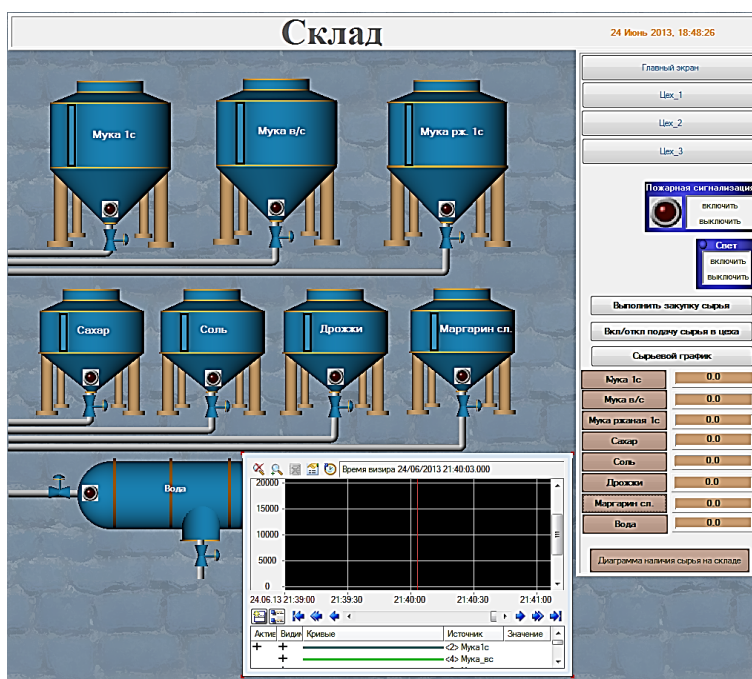


Рисунок 3 – Экранная форма системы Склад

Дополнительные экраны: Закупка сырья, Диаграмма складских запасов и расходов сырья по каждому производству (рис.4).

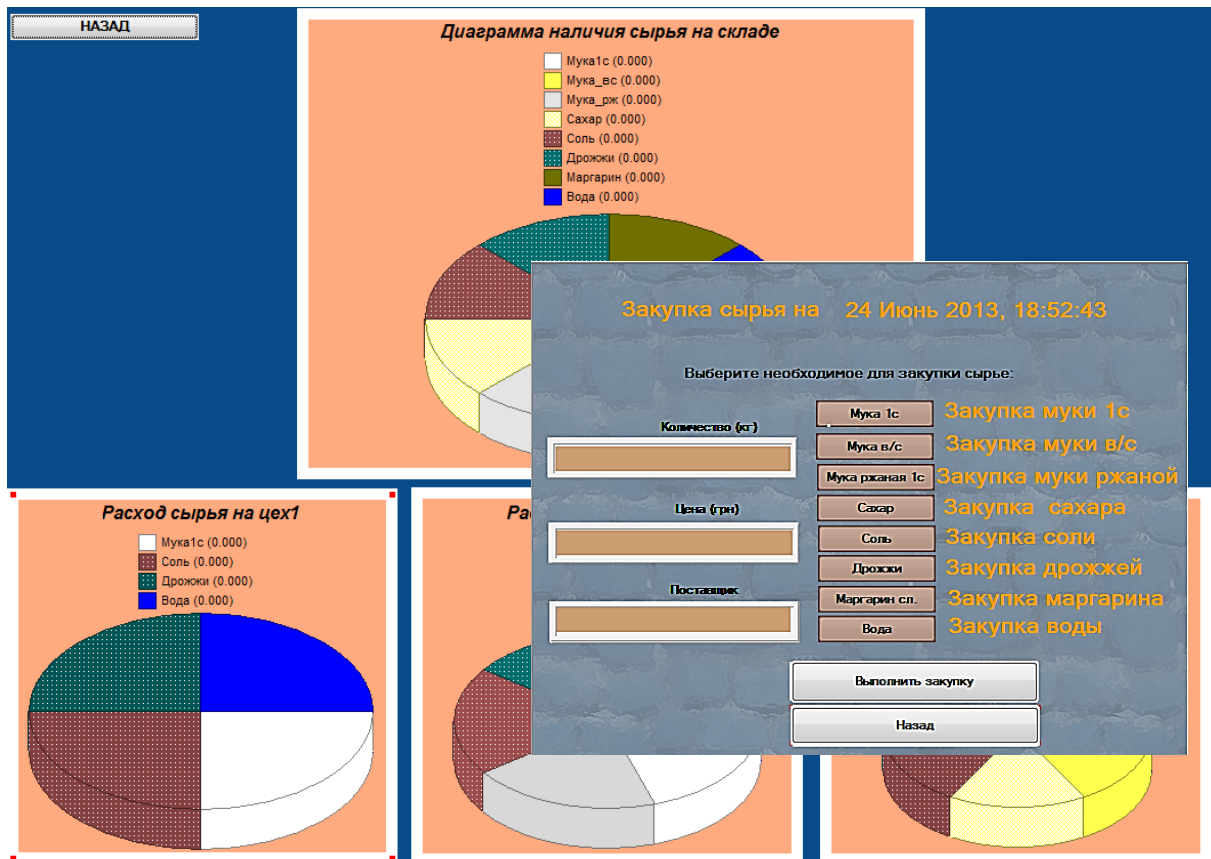


Рисунок 4 – Вспомогательные экраны системы Склад

Производственные цеха представлены мнемосхемами, подобными мнемосхеме Цеха 1. Индикация – мгновенных расходов сырья, объема произведенной продукции. Управление – работа конвейера (вкл/выкл). Переходы: Главный экран, Склад, Цех 2, Цех 3 (рис.5).

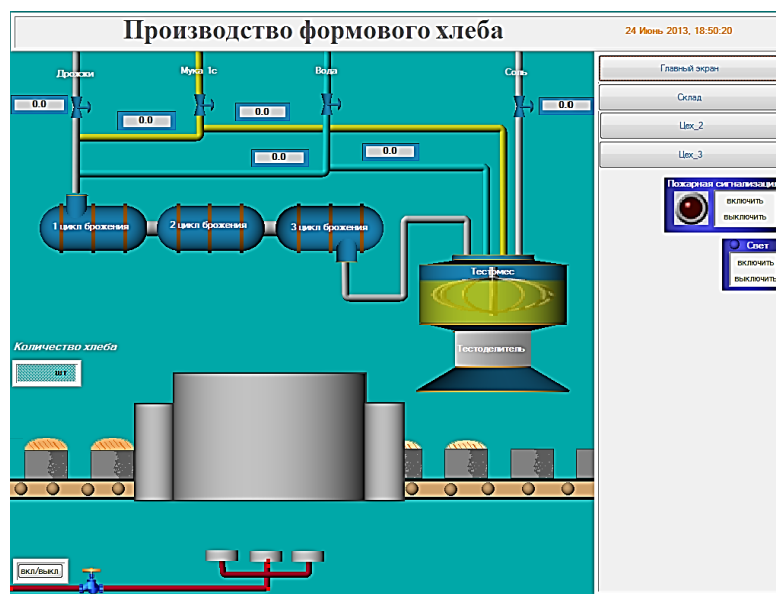


Рисунок 5 – Мнемосхема производственного участка

Все технологические экраны нижнего уровня (рис.3, 5) имеют локальные системы управления безопасностью и энергоснабжением. Экранная Форма ТЭП позволяет проанализировать результаты производственной деятельности с учетом прямых и косвенных издержек производства, оценить ожидаемые результаты деятельности предприятия. Переходы: Главный экран, Склад, Цеха. Дополнительный экран: диаграмма месячных показателей включает текущую рентабельность производства и сырьевые затраты по каждому цеху (рис.6).

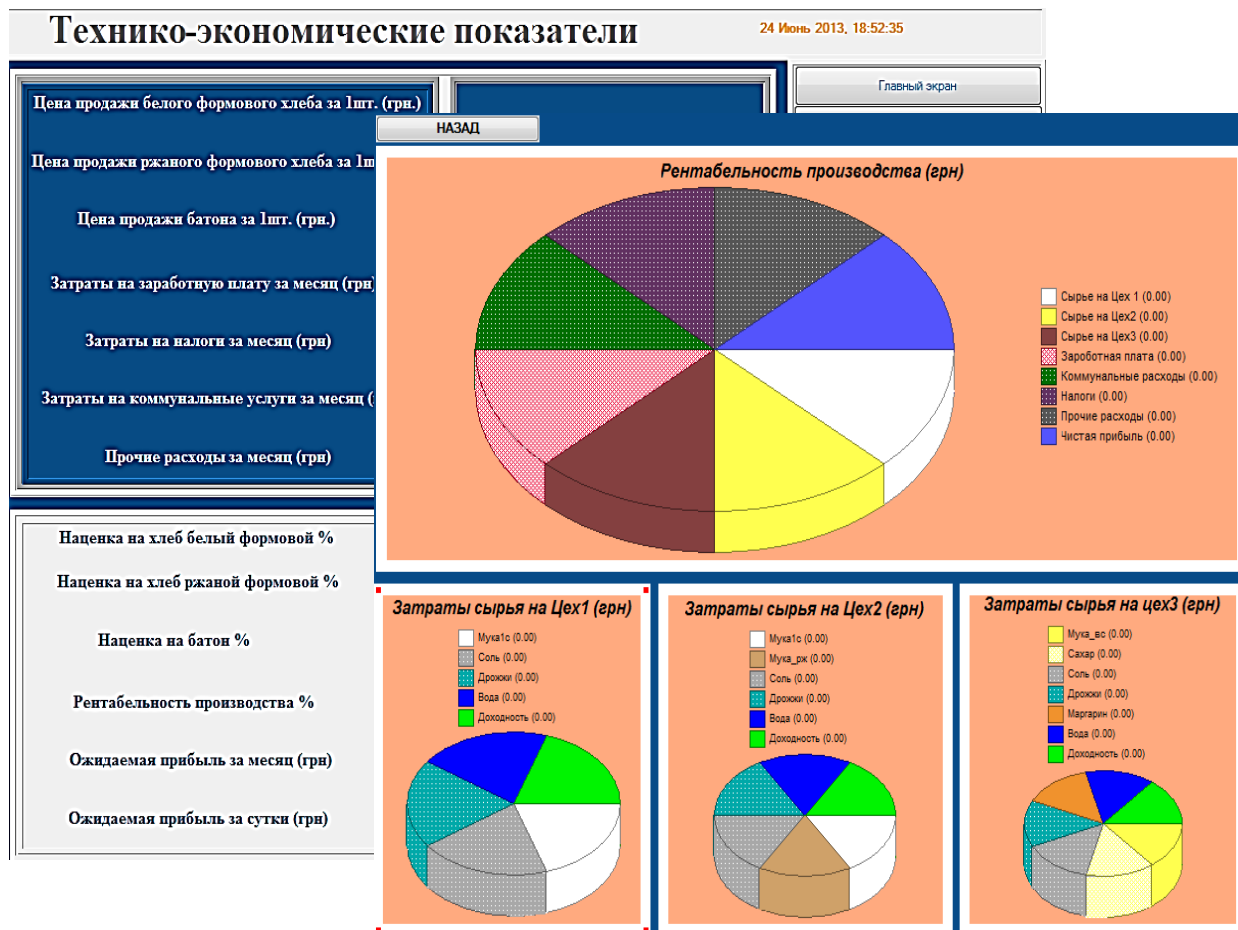


Рисунок 6 – ТЭП производства, рентабельность и основные затраты

Шаблоны программ включают в себя программы, обеспечивающие функционирование модели в реальном времени. Например, на рис.7 приведены структура и текст программы Техно ST, управляющей скоростью движения хлеба.

Все события и технологическая информация записываются в 12 баз данных (БД). Для реализации таких связей используются СУБД MS Access. Перечень БД, пример структуры БД, а также пример SQL-запроса приведены на рис.8

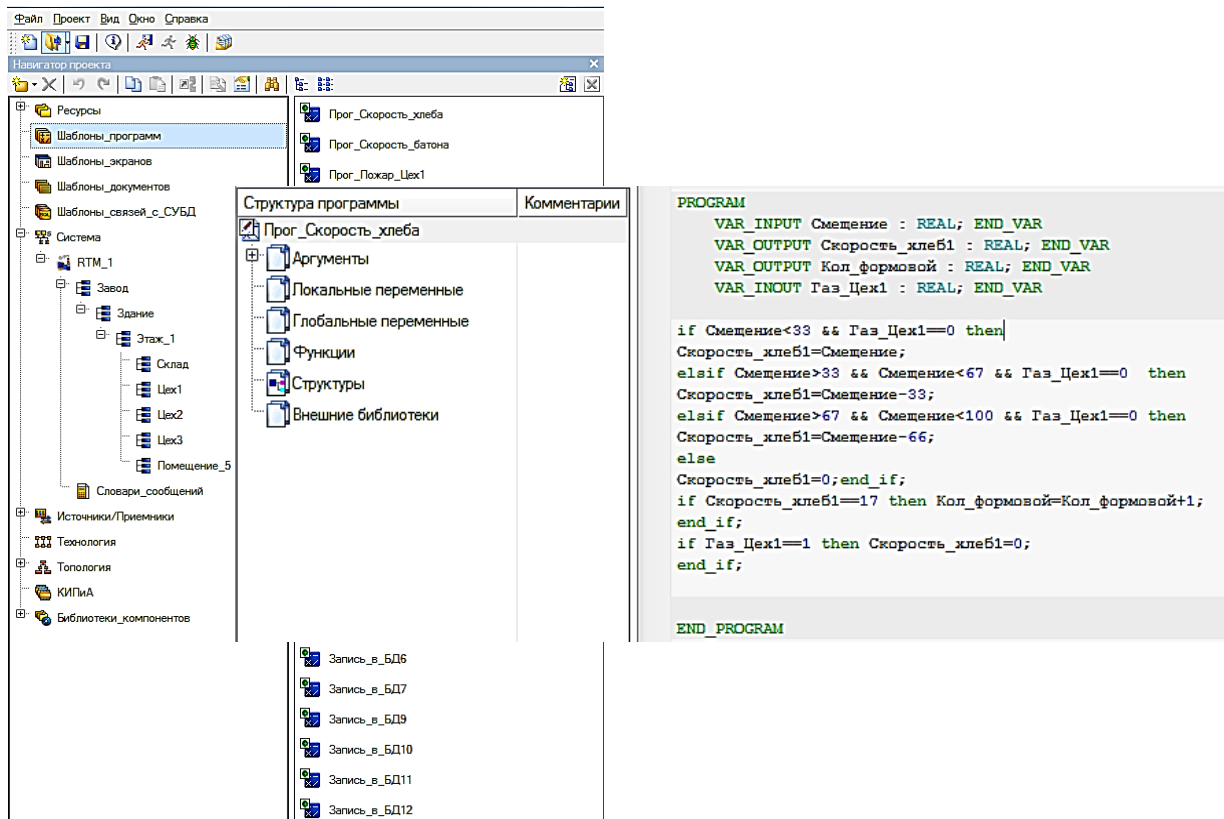


Рисунок 7 – Программа скорости движения хлеба

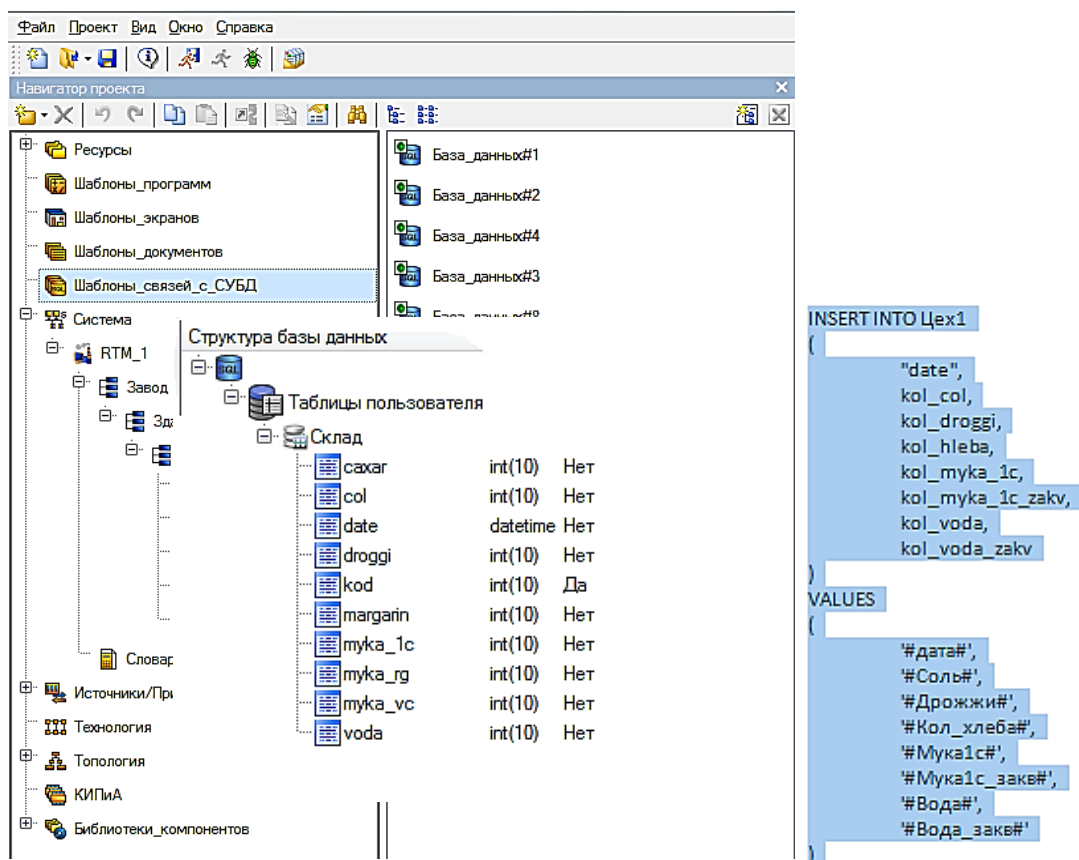


Рисунок 8 – Структура БД модели, пример структуры БД Склад, пример SQL-запроса БД Склад

Выводы. Создана модель комплексной информационной системы управления производством MES-уровня в реальном времени. Такое АРМ руководителя позволяет контролировать весь технологический процесс производства, управлять им, получать мгновенную информацию об объемах производства, расходах сырьевых ресурсов, складских запасах, осуществлять закупку необходимого сырья, получать данные о технико-экономических показателях производственного процесса. Тем самым решается задача эффективного управления производством в реальном времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов М.М. Автоматизация производственных процессов / М.М.Кузнецов, Л.И.Волчкевич, Ю.П.Замчалов. – М.: Высшая школа, 1978. – 328с.
2. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: справочное пособие / А.С.Клюев, Б.В.Глазов, А.Х.Дубровский, А.А.Клюев; под ред. А.С.Клюева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1981. – 284с.
3. ТРЕЙС МОУД – интегрированная SCADA- и softlogic-система для разработки АСУТП // URL: <http://adastra.ru/ru/tm/tm6/>.

Поступила в редколлегию 01.07.2013.