

компонент. Погрешность между смоделированными и реальными параметрами на окончательной фазе технологического процесса не превышает 6%. Имеющее место варьирование наибольших и наименьших значений между компонентами поясняется возможными изменениями плотности технологических отходов и степени соответствия массива газобетона и выбора граничных условий директивным требованиям.

Имеющиеся отклонения соответствующих показателей между смоделированными и измеренными результатами в средней части технологического цикла поясняются проявлением вероятностного характера, что и предполагалось в постановочной части, и неоднородностью состава смеси газобетона в процессе дозирования, температурными градиентами, влияющими на показания датчиков и т.д. По мере установления плотности и однородности эти погрешности уменьшаются, а на конечной стадии результаты моделирования и эксперимента практически совпадают.

Выводы

Анализ полученных результатов показал:

Применение самонастраивающейся многопараметрической системы автоматического управления позволяет с достаточной для инженерной практики точностью осуществлять управление многопараметрическим технологическим процессом приготовления газобетона.

Погрешность между экспериментальными и смоделированными параметрами технологического процесса не превышает 6%.

Внедрение самонастраивающейся многопараметрической системы автоматического управления технологическим процессом приготовления газобетона позволило повысить эффективность технологической установки на 17% по сравнению с используемой ранее.

Целесообразно продолжить дальнейшие исследования в направлении решения вопросов совместимости используемых электромеханических исполнительных механизмов и современной цифровой техники управления

Литература

1. Большаков В.И. Увеличение объемов производства и использования автоклавного газобетона – стратегический курс Украины в строительстве / Большаков В.И., Маргынченко В.А. Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Сб. науч. трудов. Вып. 2. – Днепропетровск: ПГАСА. 2005. – С. 33-39.
2. Ворона А.Н. Производство и использование мелкоштучных изделий из ячеистого газобетона в Приднепровском регионе Украины / Ворона А.Н. Теория и практика производства и применения ячеистого бетона в строительстве. Сб. науч. трудов. Вып. 1. – Днепропетровск: ПГАСА. 2005. – С. 33-39.
3. Зиновкин В.В. Многопараметрическая система автоматизированного управления технологическим процессом приготовления газобетона / Зиновкин В.В., Кулинич Э.М. // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2009. – №3/3(39). – С. 38-43.
4. Зиновкін В.В. Автоматизована система керування багатопараметричного технологічного процесу приготування газобетону / В.В. Зиновкін, Е.М. Кулинич, Ю.Н. Умеров, В.О. Мирний // Матеріали міжнар. конференції “Енергетика та системи керування – 2009” (Львів, 14-16 травня). – 2009. – С. 40-42.
5. Зиновкин В.В. Многокритериальная автоматизированная система управления технологическим процессом приготовления газобетона / Зиновкин В.В., Кулинич Э.М. // Матеріали міжнар. конференції “ISDMCI-2009”, (Євпаторія, 19-22 травня). – 2009. – Т. 2. – С. 608-611.
6. Зиновкин В.В. Моделирование процесса утилизации отходов в технологии производства газобетона / Зиновкин В.В., Кулинич Э.М. // Матеріали міжнар. конференції “Стратегія якості у промисловості і освіті”, (6-13 червня 2009р., Варна, Болгарія). – 2009. – Т. 2. – С. 176-179.

УДК 681.004.89:164.053

ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ПРИ УПРАВЛІННІ БІЗНЕС-ПРОЦЕСАМИ ХАРЧОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Рогальський Ф. Б., канд.техн.наук, професор, Вишемирська С. В., аспірантка
Херсонський національний технічний університет

Описано засоби інформаційної підтримки процесів аналізу та вибору технологічних і організаційних рішень для управління процесами на підприємстві дитячого харчування.

Describe the means of information support the analysis and selection of technological and organizational solutions for process management in the company of baby food.

Ключові слова: моделювання, прийняття рішень, харчове підприємство, нечіткі множини, ризик, байєсовські мережі

В умовах реструктуризації харчових підприємств, необхідності випуску нових видів продукції, освоєння спеціалізованих виробничих потужностей, що тільки створюються (все це в умовах обмежених ресурсів),

особливої цінності набувають безпомилкові технологічні розробки, наслідком яких є формування відповідного виробничого середовища (організаційні структури, логістична підтримка, засоби технологічного оснащення тощо). Для розробки відповідних проектних рішень, в тому числі й на найвідповідальніших – ранніх – стадіях проектування нової продукції, необхідна ефективна інформаційна підтримка, що забезпечує керівників, технологів, економістів необхідною аналітичною інформацією щодо перспективних та можливих варіантів досягнення поставленої мети [1-4]. Сучасні комп'ютерні технології істотно спрощують процеси інформаційного супроводження прийняття технологічних і організаційних рішень, наприклад, за допомогою спеціалізованих комплексів, що використовують бази знань та бази даних.

Сьогодні, коли звідусіль лунають не до кінця зрозумілі визначення: генетично-модифіковані продукти харчування, консерванти, стабілізатори тощо, нікому не потрібно пояснювати, наскільки важливою для кожної людини є якість продуктів харчування. Адже ми, як кінцеві користувачі, змушені споживати продукти, в якості яких іноді дуже сумніваємося. Особливо турбує ця невизначеність, коли йде мова про харчування дітей. Вони змалечку споживають продукцію, яка може завдати шкоди їх здоров'ю.

Говорячи про виробництво продуктів харчування, необхідно відзначити загальні риси харчових виробництв:

- високий ступінь безперервності технологічного процесу, обумовлений необхідністю швидкої та своєчасної переробки сировини та наявністю біохімічних процесів;

- тісний зв'язок між окремими складовими частинами технологічного процесу;

- неможливість або обмежені можливості створення проміжних запасів незавершеного виробництва;

- чітке та порівняно невелике розбиття процесу по стадіях;

- обмежений строк придатності сировини та готової продукції;

- суворий контроль якості.

Підприємство дитячого харчування відзначається дуже суворим контролем якості продукції, яка залежить від якості сировини, від термінів та умов зберігання сировини та продукції, від правильно розрахованих рецептур, які повинні максимально точно враховувати всі потреби дитячого організму на певному віковому етапі, та не повинні відхилятися від державних стандартів [1, 2]. Якість, своєчасність та економічна вигідність рішень забезпечується інформаційною системою підтримки прийняття рішень, яка враховує сутність та закономірності технологічних процесів як об'єктів управління, а також включає розробку науково-обґрунтованих методів автоматизації різних видів харчових виробництв. При цьому для ефективного функціонування будь-якого підприємства потрібно максимально використовувати інформацію усіх рівнів управління та усіх підрозділів підприємства [3,4].

Головною проблемою управління підприємством є неузгодженість функціонування різних вузлів, з яких складається система управління підприємством. Метою даної роботи є розгляд питань інформаційної підтримки прийняття рішень при управлінні бізнес-процесами харчових підприємств і, зокрема, підприємств дитячого харчування.

Існуючі інформаційні системи не забезпечують оперативну оцінку ефективності функціонування підприємства, а також підготовки рекомендацій в прийнятті управлінських рішень. Запропонована інформаційна система складається з окремих підсистем, кожна з яких розв'язує конкретну задачу управління бізнес-процесами підприємства. Для кожної підсистеми існує відповідна інформаційна технологія.

До складу інформаційної системи входить низка підсистем, які розв'язують технологічні задачі (розрахунок норми закладки продуктів в залежності від вологості, інформація для етикетки, оптимізація перевезень для постачання готової сировини, аналіз органолептичних та фізико-хімічних показників готової продукції, автоматизоване проектування складу комбінованих продуктів харчування); економічні задачі (оцінка ризику інвестиційного проекту, ситуаційний аналіз фінансового стану підприємства, розрахунок обсягів планованого випуску продукції за часовими перевагами, вибір конкурентоспроможного товаром методом нечіткого відношення переваг) тощо.

Однією із розв'язаних в рамках проведеного дослідження задач є розробка математичної моделі підтримки прийняття рішень (МППР) для оцінки ризику інвестиційного проекту. Задача розв'язана двома способами: розроблена МППР засобами нечітких множин та проведено моделювання засобами табличного процесору Microsoft Excel. Розглянемо створені моделі.

Інвестиційний проект розробляється, базуючись на цілком визначених припущеннях щодо капітальних та поточних витрат, об'ємів реалізації виробленої продукції, цін на товари, часових рамок проекту тощо. Якщо не зважати на залежність від якості й обґрунтованості цих припущень, майбутній розвиток подій, пов'язаних з реалізацією проекту, завжди неоднозначний. В зв'язку з цим в практиці інвестиційного проектування розглядаються аспекти невизначеності й ризику.

Одним із способом урахування невизначеностей є мінімаксий підхід. Тут формується деякий клас очікуваних сценаріїв розвитку подій в інвестиційному процесі, та з цього класу обираються два сценарії, при

яких процес досягає максимальної та мінімальної ефективності відповідно. Потім очікуваний ефект оцінюється за формулою Гурвіца [5] з параметром згоди λ :

$$E_{av} = (1 - \lambda)E_{\min} + \lambda E_{\max}, \quad (1)$$

де E_{av} , E_{\min} , E_{\max} – очікувана, мінімальна і максимальна ефективність проекту відповідно.

При $\lambda=0$ за основу при прийнятті рішення обирається найбільш песимістична оцінка ефективності проекту, коли в умовах реалізації найбільш несприятливого сценарію зроблено все, щоб знизити очікувані збитки. Інструментом, що дозволяє вимірювати можливості, є теорія нечітких множин [6,7].

Облік ризиків, пов'язаних з реалізацією інвестиційного проекту, здійснюється декількома способами. Можна виконати експертну оцінку ризику проекту та включити його величину в коефіцієнт дисконтування. В цьому випадку математична модель оцінки проекту виглядає як

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^n \frac{CIF_i - COF_i}{(1+k)^i} + \frac{C}{(1+k)^{n+1}}, \quad (2)$$

де NPV – чиста приведена вартість проекту; I – необхідна інвестиція; k – коефіцієнт дисконтування з урахуванням факторів ризику; CIF_i – грошові надходження в i -му періоді; COF_i – витрати i -го періоду; C – ліквідаційна вартість чистих активів, що склалася в ході інвестиційного процесу; n – кількість років реалізації проекту.

Вираз $CIF_i - COF_i$ в формулі (2) можна замінити на узагальнений вираз ΔV_i (оборотне сальдо надходжень і витрат в i -му періоді). Тоді (2) має вигляд:

$$NPV = -I + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta V_i}{(1+k)^i} + \frac{C}{(1+k)^{n+1}}, \quad (3)$$

Більш довершений спосіб припускає зменшення грошових потоків доходів майбутніх періодів на зростаючий коефіцієнт, що показує ступінь невпевненості у величинах очікуваних доходів. Така модель має вигляд:

$$NPV = \sum_{i=0}^n \frac{\alpha_i * CIF_i - COF_i}{(1+k)^i}, \quad (4)$$

де α_i – вказаний коефіцієнт.

Коли мова йде про доцільність інвестиції, можна використовувати метод обчислення чистої приведеної вартості. формула обчислення якої в цьому випадку може бути перетворена до наступного вигляду:

$$NPV = -I_0 + PV(I_n) + \sum_{i=0}^n \frac{(P - VC) * FMS * MS * (1 + MGR * (i - 1)) - FC}{(1+k)^i}, \quad (5)$$

де $PV(I_n)$ – приведені значення остаточної вартості інвестиції; I_0 – необхідна інвестиція; P – відпускна ціна; FMS – доля ринку компанії; FC – постійні витрати; I_n – остаточно вартість інвестиції; VC – змінні витрати; MS – розмір ринку; MGR – коефіцієнт зростання ринку.

Приведене значення остаточної вартості інвестиції обчислюється як

$$PV(I_n) = \frac{I_n}{(1+k)^n} \quad (6)$$

Інвестиційний проект вважається ефективним, коли NPV , оцінена за формулою (3), є більшою за визначений проектний рівень.

Якщо всі параметри в (3) є „розмитими”, тобто їх точне плановане значення невідомо, тоді в якості вхідних даних доречно використовувати трикутні нечіткі числа з функцією належності наступного вигляду [6] (рис. 1).

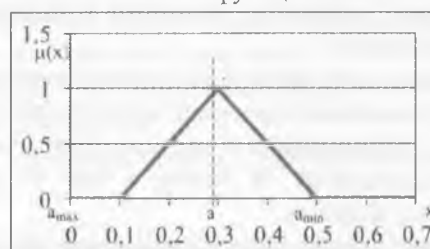


Рис.1 Трикутне число

Тепер всі параметри для розрахунку NPV можна записати наступним набором нечітких чисел:

$$\begin{aligned} \underline{I} &= (I_{\min}, \bar{I}, I_{\max}); \\ \underline{r} &= (r_{\min}, \bar{r}, r_{\max}); \\ \underline{\Delta V_i} &= (V_{\min}, \bar{\Delta V_i}, V_{\max}); \\ \underline{C} &= (C_{\min}, \bar{C}, C_{\max}). \end{aligned}$$

Якщо будь-який параметр відомий цілком точно або заданий однозначно, тоді нечітке число \underline{A} вироджується в дійсне число A з обов'язковим виконанням умови $a_{\min} = \bar{a} = a_{\max}$. При цьому сутність методу залишається незмінною.

Основні операції з нечіткими числами зводяться до операцій з їх інтервалами достовірності, а операції з інтервалами, в свою чергу, виражаються через операції з дійсними числами – границями інтервалів. Якщо по кожному нечіткому числу в структурі вихідних даних знайти інтервали достовірності, то, користуючись правилами математичних дій із нечіткими числами, отримуємо формулу:

$$[NPV_1, NPV_2] = \left[-I_2 + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta V_{i1}}{(1+k_2)^i} + \frac{C_1}{(1+k_2)^{n+1}}, -I_1 + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta V_{i2}}{(1+k_1)^i} + \frac{C_2}{(1+k_1)^{n+1}} \right] \quad (7)$$

Найпростішим способом оцінки ризику інвестицій є обчислення коефіцієнту стійкості бізнес-плану. Цей коефіцієнт можна розрахувати, якщо відоме середньоочікуване значення чистої приведеної вартості проекту. Коефіцієнт стійкості бізнес-плану [5, 6] розраховується за формулою:

$$\lambda = \frac{NPV_{av}}{\Delta} \quad (8)$$

де NPV_{av} – середньоочікуване значення NPV;

Δ – різниця NPV від середнього (тобто $\Delta = NPV_{av} - NPV_{\min} = NPV_{\max} - NPV_{av}$, $NPV = NPV_{av} \pm \Delta$).

Зрозуміло, що чим вищий коефіцієнт стійкості бізнес-плану, тим більш надійним є інвестиційне рішення. Для оцінки рівню ризику використовується табл. 1 [6].

Таблиця 1 Рівень ризику та ризик-статус проекту

Значення λ	Рівень ризику проекту, %	Ризик-статус проекту
0 ... 0,25	>20	Неприйнятний ризик
0,25 ... 0,44	10 ... 20	Прикордонний ризик
0,44 ... 1	<10	Прийнятний ризик

При $\lambda \rightarrow \infty$ розшарування даних немає, тобто інвестиційний проект може бути прийнятий до виконання. Однак в реальності інвестиційного проектування завжди є сценарії несприятливого розвитку подій, коли $NPV_{\min} = NPV_{av} - \Delta < 0$, тобто $\lambda < 1$.

При цьому раціональні інвестиційні проекти припускають середньоочікуваний результат проекту. Таким чином, ми досліджуємо ризик інвестиційного проекту при вхідному допущенні про стійкість проекту в межах $0 < \lambda < 1$.

Для оцінки ризику інвестиційного проекту засобами нечітких множин нами створено алгоритм та розроблена програма розрахунку чистої приведеної вартості проекту NPV та коефіцієнта стійкості бізнес-плану λ .

На рис. 2 наведені екранні форми роботи програми, що здійснює оцінку ризику інвестиційного проекту.



Рис. 2 Результат роботи програми оцінки ризику інвестиційного проекту

Для отримання альтернативного варіанту оцінки ризику було здійснено розв'язання цієї ж задачі засобами Microsoft Excel (рис. 3). Результати моделювання показують хороше співпадання значень параметрів виникнення ризикової ситуації при моделюванні різними способами. Так, застосування нечітких множин показує вірогідність виникнення прикордонного варіанту ризику 19,3%, при моделюванні засобами Microsoft Excel цей же параметр дорівнює 19,5%.

	A	B	C	D	E	F
Имитационный анализ (Метод Монте-Карло)						
Распределение с равными вероятностями						
1						
2	Начальные инвест (I)	2000	Норма (г)		0,1	
3	Пост. расходы (F)	1000	Налог (Т)		1	
4	Амортизация (А)	400	Срок (п)		9	
5						
6	Показатели	Переменные (V)	Количество (Q)	Цена (P)	Поступления (NCFI)	NPV
7						
8	Среднее значение	35,75356363	227,110313	48,61666417	594532,8022	101235
9	Стандарт отклонение	5,636145398	39,9497208	3,768093915	677986,2443	117725,9
10	Коеф. вариации	0,157638703	0,17590448	0,077506221	1,140368104	1,1628972
11	Минимум	25,69999073	159,141873	40,83921243	-712092,599	-125648,14
12	Максимум	44,76045461	293,60256	54,83358498	2203768,608	380663,57
13	Число случаев NPV<0					13
14	Сумма убытков					-500305,9
15	Сумма доходов					5460820,7
16						
17	Вероятность p(NPV<=X)					
18						
19						

Вероятность p(NPV<=X)	Величина (X)	Нормал. (X)	p(NPV<=X)
	0	-0,85992121	0,1949162

Рис.3 Результати аналізу за допомогою Microsoft Excel

Не менш важливими в діяльності підприємства є задачі організації технологічного процесу і прийняття рішення щодо забезпечення параметрів технології виготовлення продукції. Розглянемо МППР для аналізу органолептичних та фізико-хімічних показників продукту.

При оцінці якості продукції дитячого харчування більшість даних мають описовий характер, виражаються за допомогою формалізмів. Дані, що виражаються за допомогою чисел, також у більшості випадків не можуть бути добре упорядковані і класифіковані, тому що змінюються і суттєво залежать від якості сировини, кваліфікації персоналу, обладнання, технологічного процесу, регіону, пори року, а також від часу[7].

В якості вхідних величин, які впливають на якість продукції нами прийнято такі: x_1 – фізико-хімічні показники (відповідність нормам стандарту), x_2 – мікробіологічні показники (відповідність нормам стандарту), x_3 – форма (відповідність нормам стандарту), x_4 – розмір (відповідність нормам стандарту), x_5 – смак і запах, x_6 – консистенція, x_7 – однорідність, x_8 – зовнішній вигляд, x_9 – колір суміші, x_{10} – упаковка і маркування.

База нечітких знань є засобом представлення причинно-наслідкових зв'язків між вхідними та вихідними змінними і являє собою сукупність логічних правил типу:

$$\text{ЯКЩО } x_1 = a_1^{ip} \text{ І } x_2 = a_2^{ip} \text{ І } \dots \text{ І } x_n = a_n^{ip} \text{ ТОДІ } y = d_j \text{ (з вагою } w_j \text{)}, \quad (9)$$

де x_1, x_2, \dots, x_n – вхідні змінні; y – вихідна змінна; $a_1^{ip}, a_2^{ip}, \dots, a_n^{ip}$ – лінгвістичні терми вхідних змінних, $p = \overline{1, k_j}$; d_j – клас вихідної змінної (d_1 – вищий сорт, d_2 – перший сорт, d_3 – другий сорт, d_4 – третій сорт), $j = \overline{1, m}$; k_j – кількість правил, що визначають значення вихідної змінної $y = d_j$; $w_{ip} \in [0, 1]$ – вага ip -го правила

Лінгвістичні терми a_i^{ip} та d_j в (9) матимуть функції належності вигляду:

$$\mu_i^{ip}(x_i) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x_i - b_i^{ip}}{c_i^{ip}} \right)^2}, \quad i = \overline{1, n}, \quad (10)$$

де b_i^{ip}, c_i^{ip} параметри настройки; b_i^{ip} – координата максимуму функції, $\mu_i^{ip}(b_i^{ip}) = 1$; $c_i^{ip} > 0$ – коефіцієнт концентрації розтягнення функції.

Для отримання матриці знань моделі прогнозу якості продукції при застосуванні генетичного алгоритму отримується хромосома, яка мінімізує різницю між модельними результатами та реальними даними [8].

Для кожного компоненту було складено реєстр показників для оцінки, а потім встановлено зв'язки показників компонентів з показниками готового продукту. Фрагмент байесовської мережі наведено на рис. 4.

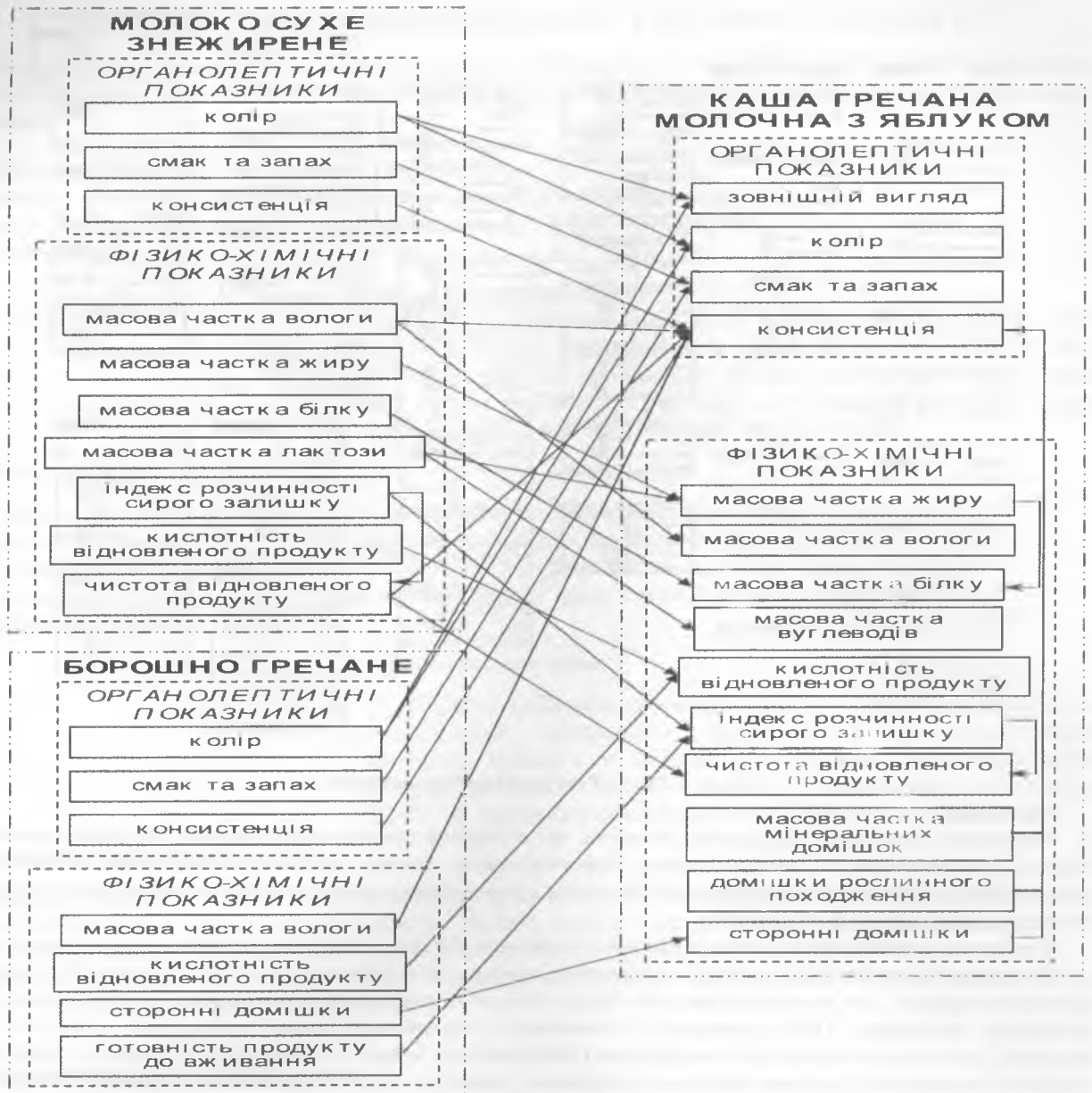


Рис.4 Зв'язок показників компонентів із показниками продукту

Параметри байєсовської мережі були отримані за допомогою навчання з використанням даних, отриманих від експертів. Навчання здійснювалося засобом Genie-2 – інструментарієм для роботи з байєсовськими мережами.

Розглянемо роботу побудованої мережі.

Першим етапом моделювання є заповнення байєсовської мережі даними (відповідно до рис.4 це органолептичні та фізико-хімічні показники кожного із компонентів для приготування суміші). Розглядається модельна задача, в якій світло-рожевий колір продукту може бути з ймовірністю 49% та мати смак борошна без усіяких домішок з ймовірністю 37%.

Вказана ймовірність не є дуже високою для продукту такої якості як суміш для дитячого харчування. Тому спробуємо спрогнозувати показники більшої ймовірності. Для цього змінимо значення кольору для цукру, молока сухого та борошна на максимальні показники, а також наявність присмаків та домішок у борошні на мінімальні показники, бо від них суттєво залежать результати оцінювання кольору та смаку каші. На рис. 5 продемонстровано результат моделювання прогнозованої ситуації. Незавжди помітити, наскільки суттєво змінилися значення змінних, що розглядалися в модельній задачі. Смак „борошно з молоком” при таких вхідних даних виникне з ймовірністю 80%, а світло-рожевий колір продукту – з ймовірністю 65%. Такі результати дають можливість технологу, який компонує суміш з наявних компонентів певної якості, зробити відповідні висновки та прийняти необхідне рішення. Таким чином, змінюючи значення показників для вхідних параметрів можна досить влучно підбирати компоненти з певними характеристиками для отримання більш якісного продукту.

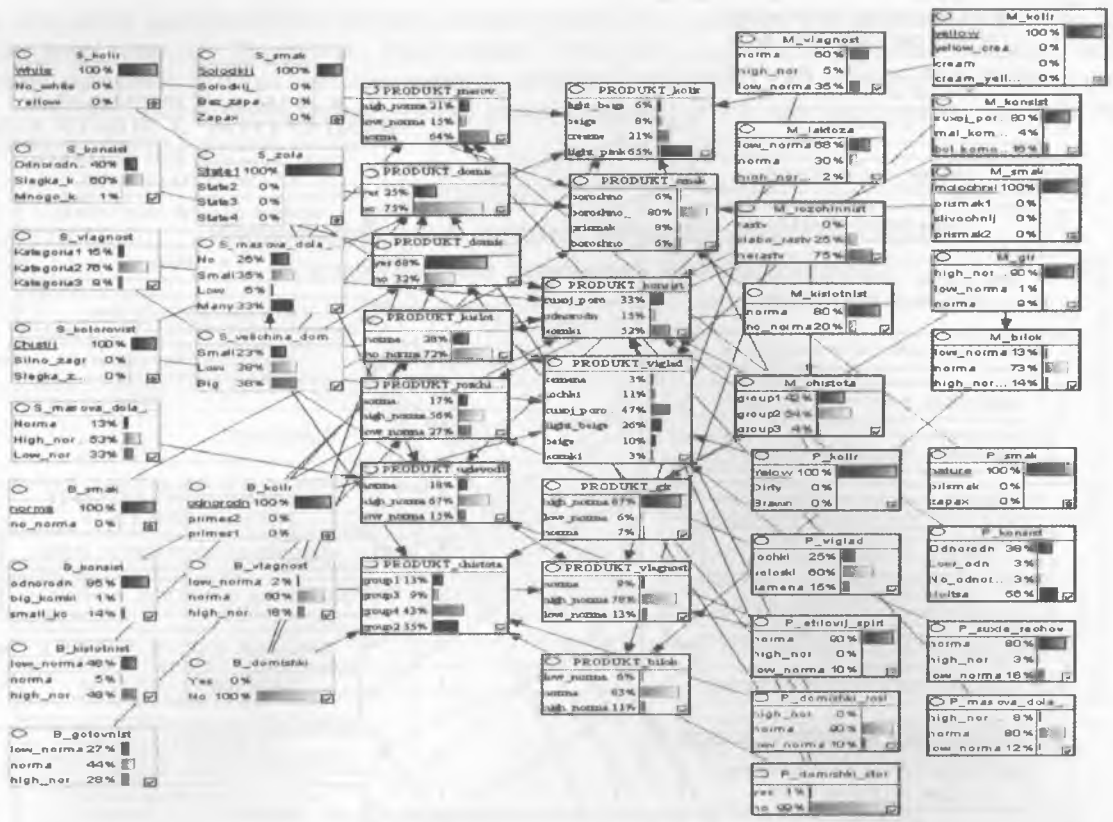


Рис.5 Результати моделювання

Висновки

Результати проведених досліджень показали, що створення системи інформаційної підтримки прийняття рішень, що базується на спеціалізованому інформаційному масиві, дозволить забезпечити результативну інформаційну підтримку прийняття рішень на ранніх стадіях проектування та розробки якісно нових продуктів на підприємстві дитячого харчування.

Результати моделювання органолептичних та фізико-хімічних показників продукту дають можливість зробити певні висновки щодо впливу імовірнісних показників компонентів суміші на конкретні показники кінцевого продукту, що дозволяє проводити оцінку продукції, опираючись не тільки на детерміновані, а й на імовірнісні показники. Тобто, виходячи із показників компонентів, можна прогнозувати стан та якість продукції. Основними перевагами використання байсовських мереж в технологічних задачах є можливість спільного врахування кількісних та якісних показників, динамічне надходження нової інформації, а також явні залежності між істотними факторами, які впливають на якісні показники.

Література

1. Стегаличев Ю.Г., Балюбаш В.А., Замарашкина В.Н. Технологические процессы пищевых производств. Структурно-параметрический анализ объектов управления. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2006. – 254 с.
2. Выговтов А. А. Теоретические и практические основы органолептического анализа продуктов питания. – СПб.: Гиорд, 2009. – 232 с.
3. Вишемирська С. В., Рогальський Ф. Б. Інформаційна технологія оцінки ризику інвестиційного проекту // Вісник ХНТУ. – 2007. – №3(29). – С.105-110.
4. Вишемирська С. В. Інформаційне забезпечення прийняття рішень на підприємстві дитячого харчування // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем. – Дніпропетровськ, 2008. – С. 73–74.
5. Виленский П. Л., Лившиц В. Н., Смоляк С. А. Оценка эффективности инвестиционных проектов. – М.: Дело, 2004. – 888 с.
6. Недосекин А. О. Простейшая оценка риска инвестиционного проекта // Современные аспекты экономики. – 2002. – №11. – С. 47-52.
7. Buckley J. The Fuzzy Mathematics of Finance // Fuzzy Sets & Systems, 1987, N 21. – p. 257-273.
8. Тулупьев А. Л., Николенко С. И., Сироткин А. В. Байсовские сети: логико-вероятностный подход. – СПб.: Наука, 2006. – 607 с.