

АНАЛІЗ ОРГАНОЛЕПТИЧНИХ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОДУКТУ ЗА ДОПОМОГОЮ БАЙЄСОВСЬКИХ МЕРЕЖ

Введення

В останні роки стрімко росте виробництво нових продуктів харчування. До них пред'являються вимоги у відповідності до концепції про „здорове харчування”, що відображає сучасний спосіб життя людини та стан навколишнього середовища: достатня кількість повноцінного білку, харчових волокон, мінеральних речовин, відсутність шкідливих речовин та інші. Особливо важливо дотримуватися санітарних вимог на підприємствах дитячого харчування.

Тому при розробці систем підтримки прийняття рішень для підприємств харчової промисловості (для частини, що пов'язана із виробництвом) необхідно враховувати основні принципи розробки раціональних рецептур нових видів харчових продуктів; проблеми скорочення втрат на всіх стадіях виробництва та збільшення об'ємів продукції, що виробляється з одиниці сировини; проблеми раціонального використання сировинних та інших видів ресурсів [1]. Для цього потрібно використовувати методи технологічного контролю якості сировини та готової продукції, статистичні методи обробки експериментальних даних для аналізу контролю харчової, біологічної цінності та якості продуктів харчування, математичні методи моделювання задач структурної оптимізації технологічних схем.

Постановка задачі

Аналіз органолептичних, фізико-хімічних, мікробіологічних показників, показників безпеки для продуктів дитячого харчування проводиться експертами за показниками, чітко регламентованими набором ДСТУ та ТУ [2-7].

Взагалі на підприємстві аналіз здійснюється на прикінцевій стадії виробництва. Проте, проаналізувавши сировину, можна ще на стадії закладання компонентів спрогнозувати кінцевий результат. За цим прогнозом можна скоригувати дії технолога у відповідності з отриманими показниками. В роботі мова йде про сухі каші для дитячого харчування. Сухі суміші є багатокомпонентними. Тому фізично

дуже важко оцінити вплив показників кожного з компонентів на кінцевий продукт.

Ціль роботи

Оцінка якості та відповідності нормам показників готового продукту вимагає використовувати для цього як детерміновані, так і імовірнісні показники, такі як зовнішній вигляд продукту, консистенція тощо. Якщо детерміновані показники є в своїй більшості відкритими, то імовірнісні – є достатньо невизначеними. В роботі розглядається можливість аналізу якості продукту з використанням байєсовських мереж.

Викладання основного матеріалу

Для розв'язання поставленої задачі використовується оцінювання тенденцій найбільш загальних показників, які з різних сторін характеризують різноманітні показники компонентів сухих сумішей. Для оцінки якості продукту рекомендується використовувати систему взаємопов'язаних показників, які можна розділити на такі групи:

1. органолептичні показники;
2. фізико-хімічні показники;
3. показники безпеки;
4. мікробіологічні показники.

В своєму дослідженні ми працюємо із показниками 1 та 2 групи.

До них відносяться: зовнішній вигляд, колір, смак та запах, консистенція, масова частка вологи, масова частка білку, масова частка жиру, масова частка вуглеводів, кислотність відновленого продукту та інші.

Деякі з цих показників є детермінованими, тому що вони, в свою чергу, залежать від детермінованих змінних, проте більшість показників є ймовірнісними. Показники, описані вище характеризують кінцевий продукт. Проте кожен з компонентів суміші теж оцінюється за схожими показниками. В залежності від компонента набір показників може незначно відрізнятись.

В якості приклада розглянемо дитячу кашу суху швидкорозчину гречану молочну з яблуком. Згідно з рецептурою до складу цієї каші входять:

- мука гречана;
- молоко сухе знежирене;
- пюре яблучне;

- цукор.

Для кожного компоненту було складено реєстр показників для оцінки, а потім встановлено зв'язки показників компонентів з показниками готового продукту. Фрагмент схеми наведено на рис. 1.

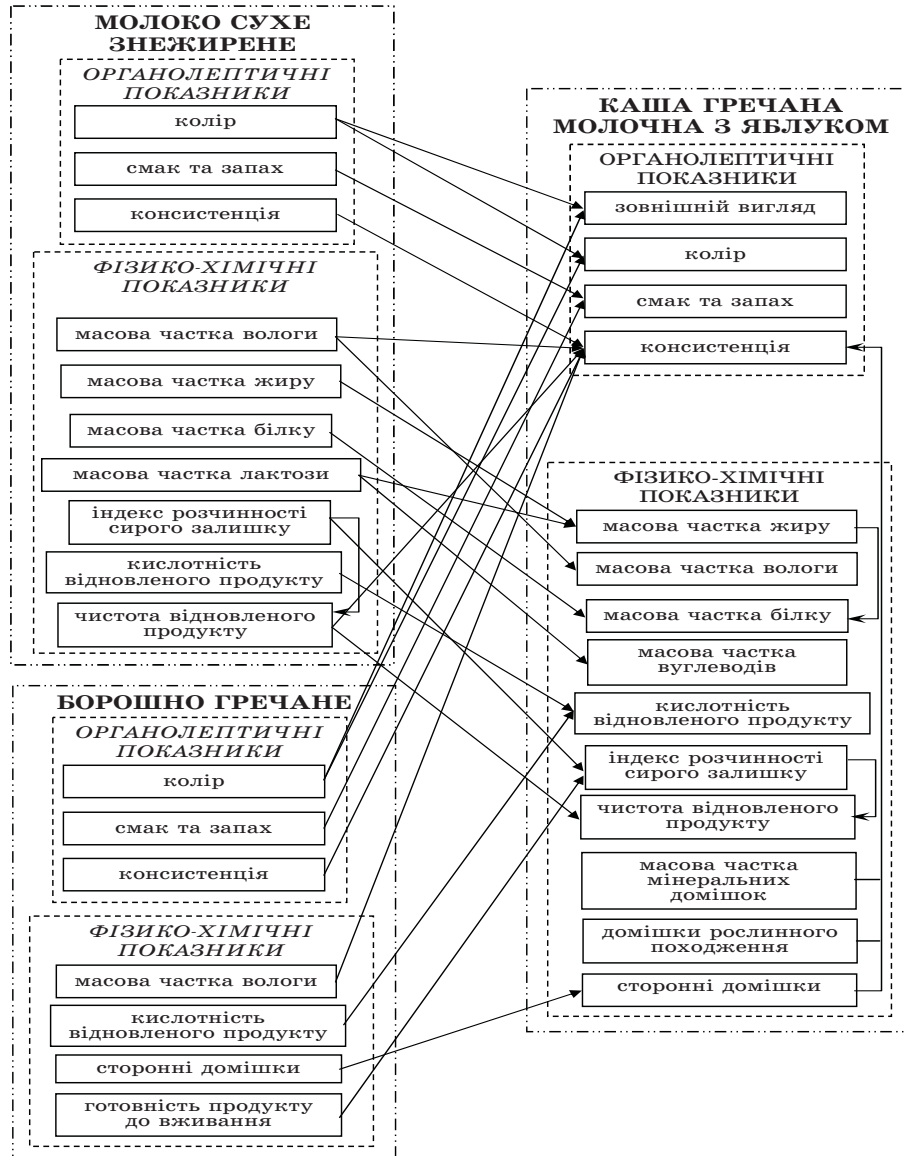


Рисунок 1 – Зв'язок показників компонентів із показниками продукту

В свою чергу детерміновані дані залежать від імовірнісних змінних, яких може бути дуже багато, та значення цих змінних можуть бути досить різними.

Змінні не завжди можуть бути описані точно – часто зустрічаються так звані „нечіткі” змінні. При обробці нечітких змінних виникає очевидна необхідність мати кількісну оцінку для такого роду

висловлювань. Така кількісна оцінка зветься нечіткої мірою (або мірою невизначеності) [8].

Принципи обробки нечітких знань засновані на логіці. Основною перевагою імовірнісного міркування над логічним є пошук фактору досягнення рівно раціональних рішень навіть при відсутності достатнього обсягу інформації. Спільний розподіл ймовірностей може відповісти на будь-яке питання про предметну область, але може виявитися складним, оскільки число змінних росте.

Використання формул Байєса для встановлення зв'язків між умовно незалежними змінними може спростити обчислення результатів запиту й істотно зменшити кількість умовних ймовірностей, які повинні бути визначені. Для представлення залежності між змінними й короткої специфікації спільного розподілу ймовірностей ми використовували структуру даних, що має назву байєсовська мережа, яка є графом. Топологію мережі можна розглядати як абстрактну базу знань, що містить цілий ряд інших вхідних параметрів, тому що вона являє собою загальну структуру причинних процесів в області, а не специфічні деталі [9].

Байєсовська мережа дозволяє повністю описати область. Кожний елемент, що входить у спільний розподіл ймовірностей, може бути обчислений, виходячи з інформації в мережі. Входження об'єднаних у єдине ціле елементів - це ймовірність кон'юнкції конкретних значень змінних, тобто, кожне таке входження представляється функцією відповідних елементів таблиць умовних ймовірностей байєсовської мережі. Таким чином, таблиці умовних ймовірностей забезпечують розкладання цілого на складові частини.

Оскільки кожний вузол з'єднаний тільки з вузлами, розташованими вище, то технологія побудови мережі гарантує, що мережа є нециклічною. Інша важлива властивість байєсовських мереж полягає в тому, що вони не містять ніякі надлишкові значення ймовірності, за винятком одного входження в кожний рядок кожної таблиці умовних ймовірностей.

Байєсовська мережа $B=(N, Q, A)$ являє собою спрямований ациклічний граф $\langle N \rangle$, в якому кожен вузол $n \in N$ є змінна, а кожна дуга $a \in A$ є імовірнісна залежність, що визначається кількісно використанням умовного розподілу ймовірності $\theta_i \in \Theta$ для кожного n_i вузла.

Обчислення ймовірностей значень тих змінних, що нас цікавлять, в байєсовській мережі за умови, що ми маємо деяку інформацію про інші змінні – це задача статистичного висновку судження. Вона розв'язується використанням співвідношень для умовних ймовірностей. Основою байєсовського підходу до аналізу невизначеностей є поняття умовної ймовірності – „за умови, що відбулося В, ймовірність виникнення А дорівнює х”, тобто $P(A|B)=x$ [8]. Спільна ймовірність настання подій А і В представляється формулою повної ймовірності:

$$P(A, B)=P(A|B) \cdot P(B)$$

Граф, наведений на рис. 1, був розширений експертами, які додали ймовірнісні змінні, та залежності цих змінних з детермінованими коефіцієнтами.

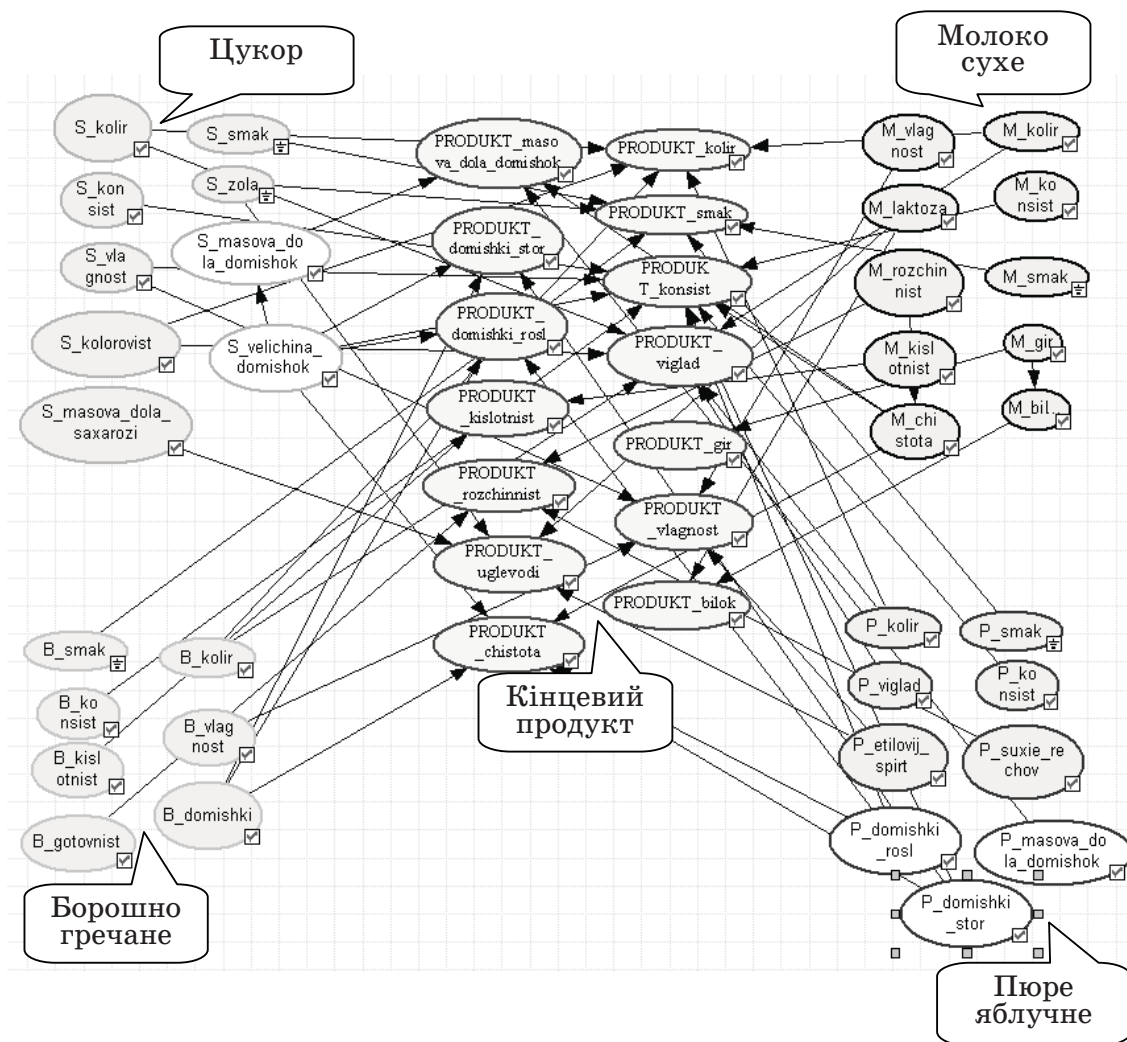


Рисунок 2 – Структура зв'язків байєсовської мережі

Параметри байєсовської мережі були отримані за допомогою навчання з використанням тих даних, які були надані спеціалістами та експертами. Навчання здійснювалося засобом Genie-2 – інструментарієм для роботи з байєсовськими мережами.

Продемонструємо роботу побудованої мережі.

На рис. 3 наведено розподіл ймовірностей за введеними даними, які ми отримали із результатів аналізів та від експертів. Тобто на рисунку ми бачимо реальну картину якості кінцевого продукту при початкових даних показників кожного з компонентів. Звернемо увагу на показники колір та смак готового продукту. Видно, що при таких початкових умовах світло-рожевий колір продукту може бути з ймовірністю 49% та мати смак борошна без усіляких домішок з ймовірністю 37%.

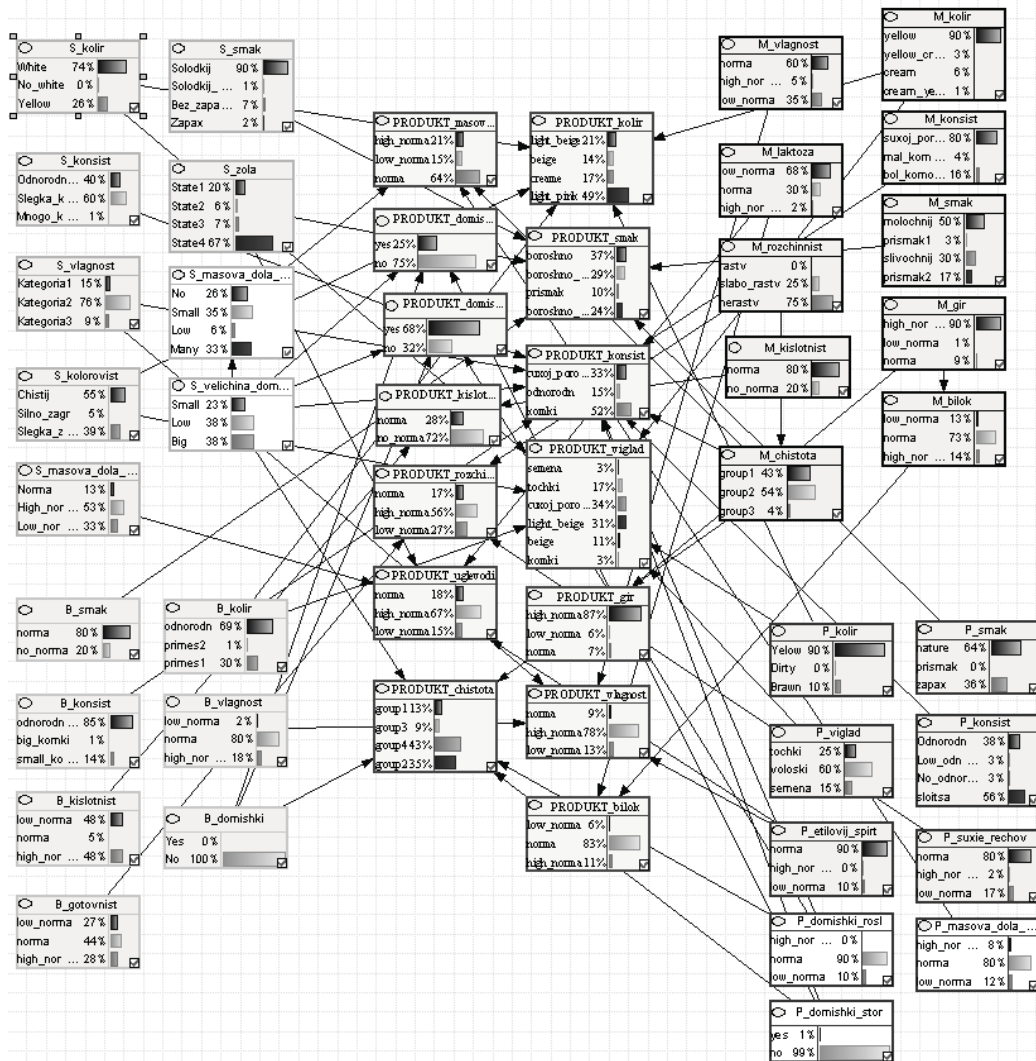


Рисунок 3 – Початковий стан оцінювання

Така ймовірність не є дуже високою для продукту такої якості як суміш для дитячого харчування. Тому спробуємо спрогнозувати показники більшої ймовірності. Для цього змінимо на максимальні показники, від яких залежать результати оцінювання кольору та смаку каші. А на рис. 4 продемонстровано вигляд прогнозованої ситуації. Неважко помітити, наскільки суттєво змінилися прогнозуемі змінні. Смак „борошно з молоком” при таких вхідних даних виникне з ймовірністю 80%, а світло-рожевий колір продукту – з ймовірність 65%. Такі результати дають можливість зробити певні висновки для технолога, який компонує суміш з компонентів певної якості.

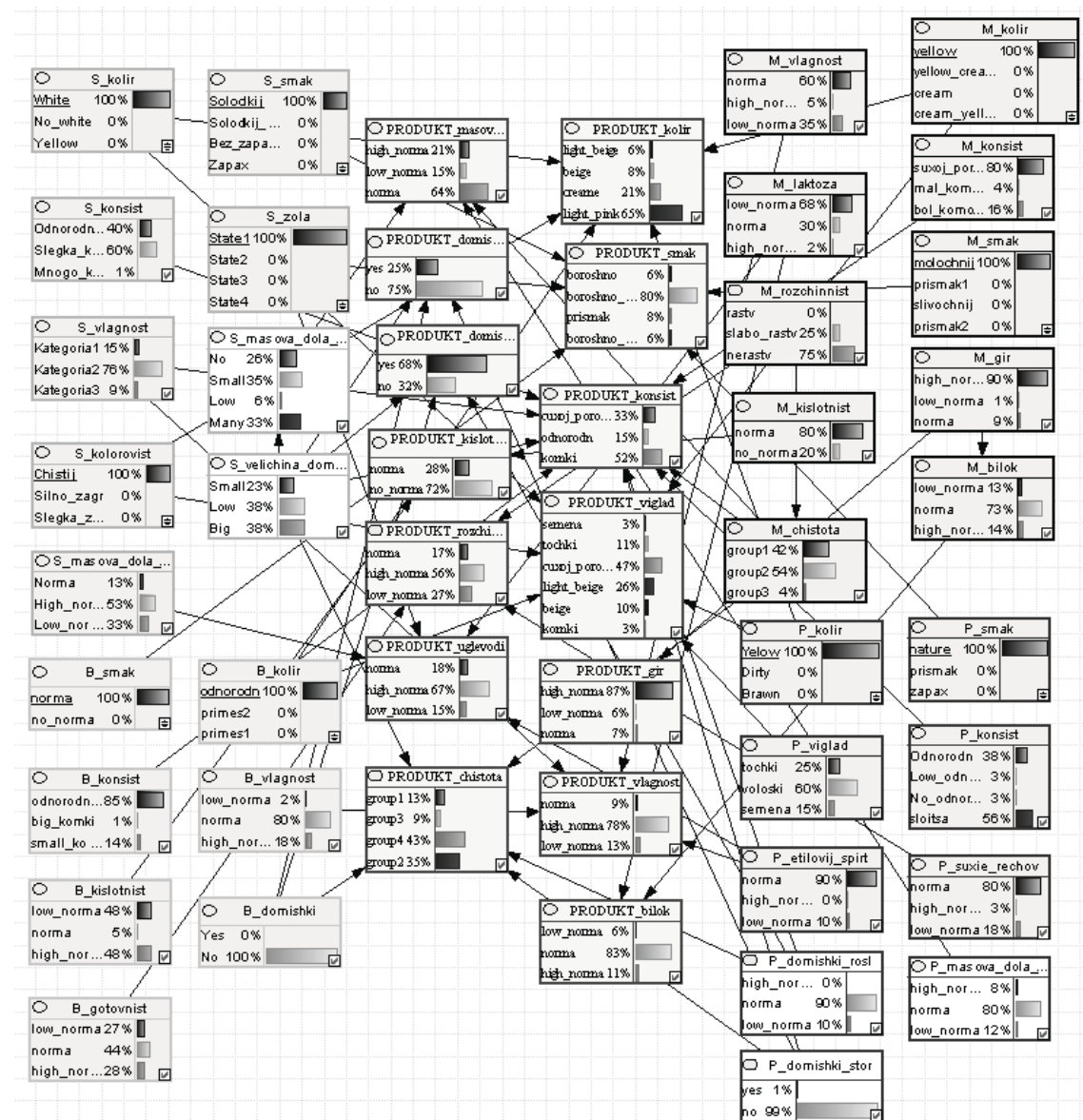


Рисунок – 4 Результати моделювання

Висновки

Результати моделювання дозволяють 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. Так, наприклад, для розглянутої модельної задачі можна відмітити такі залежності: якщо на початковому етапі моделювання ймовірність виникнення прийняттого кольору суміші досягала 29%, то в результаті моделювання ми досягли показника 80%. Такі результати дозволяють говорити про те, що працюючи із сировиною належної якості, можна суттєво поліпшувати показники кінцевого продукту. Тобто, виходячи із показників компонентів, можна прогнозувати стан та якість продукції. Основними перевагами використання байєсовських 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.

Наведена задача є частиною системи підтримки прийняття рішень для підприємств харчової технології [10, 11].

ЛИТЕРАТУРА

1. „Автоматизация технологических процессов пищевых производств”. Под редакцией профессора Е. Б. Карнина. – М. «Пищевая промышленность» 1997г.
2. Національний стандарт України. Цукор білий. Технічні умови. ДСТУ 4623:2006.
3. Національний стандарт України. Молоко та вершки сухі. Технічні умови. ДСТУ 4273:2003.
4. Міждержавний стандарт. Мука для продуктов детского питания. Технические условия. ГОСТ 27168-86.
5. Галузевий стандарт України. Борошно пшеничне. Технічні умови. ГСТУ 46.004-99.
6. Пюре напівфабрикати фруктові. Технічні умови. ТУ У 46.72.091-95.
7. Каші сухі для дитячого харчування. Технічні умови. ТУ У 15.8-31760036-038:2007.

8. Научная сессия МИФИ – 2003. V Всероссийская научно-техническая конференция «Нейроинформатика 2003»: Лекции по нейроинформатике. Часть 1. – М.: МИФИ, 2003. – 188 с.
9. Вишемирська С. В. Ситуаційний аналіз фінансового стану підприємства за допомогою байєсовських мереж // Інтелектуальні системи прийняття рішень та прикладні аспекти інформаційних технологій: Матеріали науково-практичної конференції. Том 3. – Херсон, 2008. – С. 72–77.
10. Вишемирська С. В. Інформаційне забезпечення прийняття рішень на підприємстві дитячого харчування // Математичне та програмне забезпечення інтелектуальних систем. – Дніпропетровськ, 2008. – С. 73–74.
11. Козинець М.В. Системологія проектування систем підтримки прийняття рішень, що навчаються // „Вісник СумДУ”, №4(88) 2006. – С. 34-43.