

Тернова Т.І., Кругла Н.А., Сердюк О.І.

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В АВТОМАТИЧНИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

*В статті розглянуті питання впровадження інформаційних технологій в автоматичних системах управління для підвищення якісних характеристик продукції, що випускається. Здійснено наукове обґрунтування необхідності впровадження методів компенсації інформаційних потоків і генерації еталонів для підвищення швидкості функціонування автоматичної системи. В роботі розроблена функціональна схема інтелектуальної системи автоматичного контролю і управління, сформульовані вимоги і можливості такої системи. Запропонована функціональна схема автоматичної системи дозволяє підвищити швидкість роботи системи в цілому. Запропоновані методи роблять автоматичну систему інваріантною до збурень. Впровадження інформаційних технологій дозволить працювати системі в реальному масштабі часу.*

**Ключові слова:** автоматичне керування, моніторинг технологічного процесу, штучний інтелект, автоматична система розпізнавання.

**Постановка проблеми в загальному вигляді.** Розробка інтелектуальних систем управління в даний час є однією з найбільш цікавих і перспективних напрямків в науці і техніці. Цей напрямок інтенсивно розвивається, проводяться експерименти, розробляються і пропонуються нові методики і алгоритми. Питання, пов'язані з інформаційними технологіями та штучним інтелектом активно обговорюються на конференціях, семінарах, публікуються велика кількість статей у вітчизняних та зарубіжних виданнях. І все ж задача створення інтелектуальних автоматичних систем контролю і управління виробництвом в даний час не вирішена в повному обсязі.

При створенні автоматичних систем контролю і управління, які використовують новітні інформаційні технології та елементи штучного інтелекту, виникає багато теоретичних і конструктивних проблем.

Для створення такої системи необхідно вибрати оптимальну структуру і алгоритм функціонування, які будуть оптимальними для вирішення конкретних завдань. У кожному з основних блоків такої системи, а саме, базі знань, механізм виведення рішень і інтелектуальному інтерфейсі існує багато не вирішених питань. Питання, чи можна в повному обсязі замінити людину на етапі розпізнавання та прийняття рішень, не має однозначної відповіді, незважаючи на істотні досягнення науки, техніки і технологій.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Однією з головних характеристик, за якими оцінюються якісні показники системи контролю та управління є швидкість. Причому швидкість роботи всієї системи залежить від швидкості отримання даних, їх передачі та обробки, швидкості алгоритмів розпізнавання та прийняття рішень.

Для деяких процесів на виробництві швидкість розпізнавання, прийняття рішення і своєчасне втручання в технологічний процес має вирішальне значення. Своєчасне отримання достовірної інформації дозволяє оперативно керувати процесом виробництва продукції для усунення можливості появи браку і отримання кінцевого продукту з найкращими споживчими властивостями.

Багато прекрасних програм, алгоритмів, технічних реалізацій підсистем розпізнавання, які дають високу точність розпізнавання, не будуть затребувані або не знайдуть широкого практичного застосування, якщо не витримають вимог по швидкості. Правильно обраний алгоритм рішення будь-якої підзадачі і його оптимізація може скоротити в кілька разів час роботи програмного забезпечення або системи і на порядок змінити якісні показники всієї системи в цілому. Не випадково алгоритмам присвячена велика кількість книг і статей.

Вимога високих швидкостей розпізнавання вимагає застосування нових технологій і алгоритмів. Сучасні автоматичні системи контролю продукції, що випускається повинні надавати протокол спостереження і розпізнавання в реальному масштабі часу для можливості своєчасного втручання в технологічний процес з метою зведення до мінімуму причин зниження якості. Інакше їх впровадження на виробництві буде малоефективним. Базова архітектура систем розпізнавання, контролю і прийняття рішень [1] приведена на рис.1.

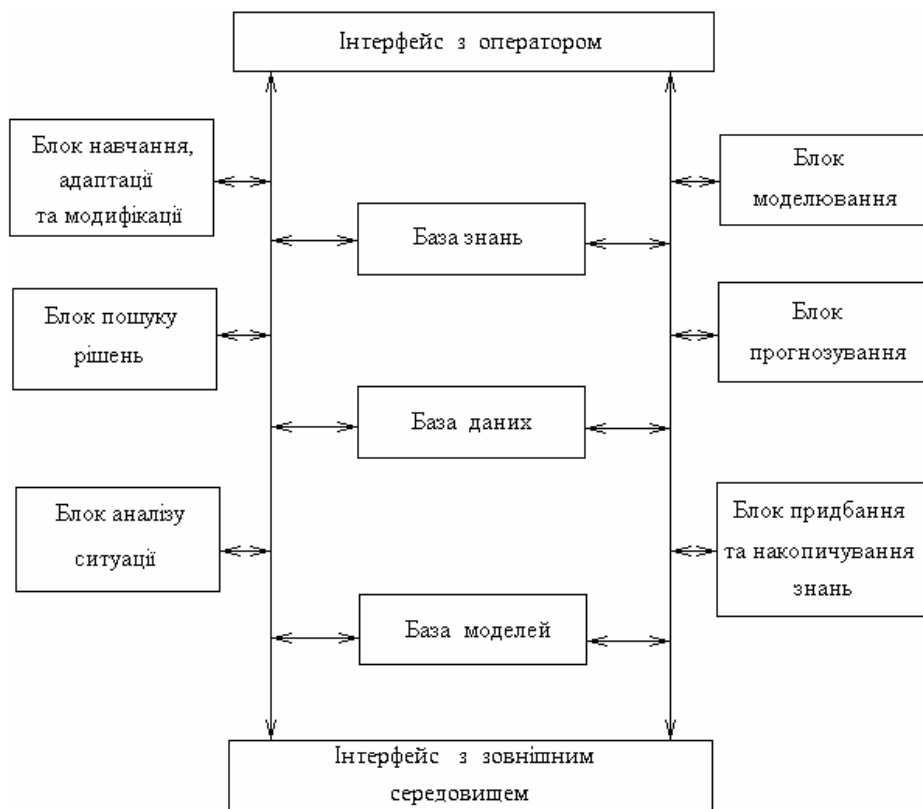


Рис. 1. Архітектура систем контролю, розпізнавання і прийняття рішення

Найбільш критичними в сенсі швидкості, є підсистема отримання інформації, зокрема підсистема технічного зору, і підсистема розпізнавання, які, як правило, тісно взаємодіють між собою. Магістральний напрямок всіх наукових, методичних і технічних розробок в області технічного зору, розпізнавання і контролю базується на прямому вирішенні питання, а саме, на отриманні зображення і далі, після фільтрації, виділення контурів і (або) багатьох інших операцій для його подальшого аналізу [1-9]. Цей підхід є логічним і закономірним. Але всі ті, хто намагався вирішувати цю проблему на технічному рівні, знають про його істотні труднощі і недоліки. Одна з проблем полягає в тому, що потрібно опрацювання величезної кількості апріорної інформації про об'єкт, який розпізнають або про його стан, який потрібно достовірно визначити. Проблема ускладнюється необхідністю виділення істотних ознак які будуть інваріантними до афінних перетворень і контекстних особливостей такими як, наприклад, коли один предмет затуляється частково іншим або розглядається в іншому ракурсі [10].

**Метою статті** є розробка функціональної схеми інтелектуальної автоматичної системи контролю і управління та формулювання вимог, обмежень і можливостей такої системи.

**Викладення основного матеріалу дослідження.** В основі максимально швидких процесів обробки інформації, в тому числі і візуальної, лежать такі механізми як не символічне представлення даних і розподілені методи їх обробки, висока швидкість яких

забезпечується їх малою глибиною з надвисокою рівнем паралелізму, природа якого мало схожа на паралелізм звичайних обчислювальних систем. Використання механізмів обробки візуальних образів, подібних за своїми принципам з механізмами, які застосовує людина, дозволить істотно підвищити швидкість і якість розпізнавання. Для цього необхідно врахувати можливість моделювання розпізнавання і прийняття рішення в поняттях специфічного конструктивного представлення процесу перетворення інформації. При використанні методу компенсації інформаційних потоків [10, 11] можна поєднати функціонально і за часом процес сканування і порівняння з еталоном. Така система працює за принципом компенсації зовнішніх збурень. І, як відомо з теорії автоматичного управління, саме цей фундаментальний принцип побудови дозволяє створити систему інваріантну до змін навколишнього світу, а точніше оточуючих образів, які необхідно розпізнавати. Таким чином, система працює за принципом перевірки гіпотез, які формують заздалегідь на етапі розробки, настроювання та навчання системи. Інтелектуальна автоматична система в процесі розпізнавання об'єктів використовує попередню інформацію і може в ряді задач знехтувати такими параметрами, як зміна розмірів і орієнтація фігур, пропусками в їх зображенні і т.п. Автоматична система з елементами штучного інтелекту не потребує повністю нормалізованого і очищеного від перешкод зображенні, оскільки, сприймаючи його спотвореним і з наявністю шумів, вона все одно може його впізнати. Можливість перевірити гіпотезу при різних збуреннях досягається за рахунок інтелектуального управління генерацією еталонів відомих образів:

$$I' = I_1U_1 + I_2U_2 \quad (1)$$

де  $I'$  – еластичний еталон, що генерується системою при перевірці гіпотези;  $I_1$  – недеформований еталон (середньостатистичний образ);  $U_1$  – управління деформаціями еталонів;  $I_2$  – матриця впливів, що збурюють і завод;  $U_2$  – управління генерацією збурень і завод.

За рахунок цього досягається вивільнення підсистем розпізнавання та прийняття рішень від задачі обробки великої кількості даних, зокрема візуальних даних. Тобто підсистема розпізнавання буде обробляти тільки сигнал неузгодженості між спостережуваним зображенням і його еластичним еталоном:

$$\delta = I - I' = I - (I_1U_1 + I_2U_2) \quad (2)$$

де  $I$  – зображення об'єкта, що спостерігається.

Параметри  $U_1$  і  $U_2$  на етапі зведення  $\delta$  до мінімуму відомі і, отже, підсистемі розпізнавання не складає труднощів прийняття рішення про відповідність об'єкта, що спостерігається обраному класу образів і про те наскільки цей об'єкт деформований або закритий іншими відомими об'єктами.

Дана система має природне обмеження, що полягає в тому, що вона не може розпізнати того, чого не має в її базі даних. Значення обмеження закладено в параметрах  $U_1$  та  $U_2$  і формується на етапі навчання системи або на підставі апріорних даних.

Використовуючи простий і достатній критерій достовірності прийняття рішення, в процедурі розпізнавання і прийняття рішення з причини відсутності взаємної інформації в системі з еталоном, по відношенню до образу з вхідного алфавіту

$$\omega = \omega^* \quad \text{if} \quad I(\omega / \omega^*) = 0, \quad (3)$$

складно знайти зв'язок інформації з змінними стану системи, що спостерігається.

Для рахункової множини об'єктів  $\Omega$ ;  $\omega_j \in \Omega$ ;  $j=1,2,\dots,n$  і для інформації про множини об'єктів  $\Omega$ , що подається впорядкованою, рахунковою множиною еталонів  $\Omega^*$ ,  $\omega^*_i \in \Omega^*$ ;  $i=1,2,\dots,n$  об'єктом породжується інформація  $I_{\omega}$ . Ця інформація зіставляється з інформацією породженою еталоном  $I_{\omega^*_i}$ . В результаті порівняння формується інформація про відхилення об'єкта і еталона  $I_{\varepsilon} = I_{\omega/\omega^*_i}$ .

Беручи виходом системи  $y$  номер еталона ідентифікованого як об'єкт  $y=i^*$ , отримуємо процедуру прийняття рішення:

$$y = i^* \quad \text{if} \quad i^* \xrightarrow[\omega^* \in \Omega^*]{\omega \in \Omega} \min \min I_{\omega/\omega^*_i}. \quad (4)$$

Звичайно в даному випадку операція може супроводжуватися затримками в обчисленнях, але при цьому легко формується критерій якості системи – ідентифікація елементів множини об'єктів може бути проведена без помилок по відношенню до множини еталонів, якщо для будь-якого  $i=1,2,\dots,n$  можна досягти  $I_{\omega/\omega^*_i}=0$ .

Події в просторі об'єктів, що відносяться до збурень або перешкод  $g \in G$ , породжують інформацію  $I_g$ . Тоді об'єднання об'єктів і збурень  $\Omega \cup G$  породжує інформацію  $I_{\omega g}$  і процедуру прийняття рішення:

$$y = i^* \quad \text{if} \quad i^* \xrightarrow[\substack{\omega^* \in \Omega^* \\ g \in G}]{\omega \in \Omega} \min \min I_{\omega g/\omega^*_i}. \quad (5)$$

У цьому випадку умова досяжності  $I_{\omega g/\omega^*_i}=0$  для будь-якого  $i=1,2,\dots,n$  залежить від збурень, а головне від наявності в системі інформації про ці збурення.

Використання можливостей сучасних інформаційних технологій і штучного інтелекту при розробці автоматичних систем контролю та управління дозволяє вже на етапі розробки і проектування закладати в майбутні системи функціонал, здатний до розвитку, вдосконаленню і двосторонньому обміну інформацією. Функціональна схема автоматичної системи розпізнавання з елементами штучного інтелекту представлена на рис.2. Запропонована конфігурація відповідає архітектоніці функціональної системи [11].

Інтелектуальна автоматична система функціонує за наявності впливу зовнішнього середовища, яке ініціює активність системи. Взаємодія системи і оточення здійснюється з інформаційного каналу, сформованому лініями інформаційних і керуючих зв'язків. Від зовнішнього середовища виходять збурювання, впливаючи на стійкість системи, до нього ж відноситься глибинна семантика дій системи, включаючи оцінку досягнення результату. Зважаючи на це, інтелектуальна автоматична система повинна створюватися як інтелектуальний ресурс. Блок компенсації потоку візуальної інформації, що надходить від реального об'єкта, потоком від еталону можна реалізувати з використанням аналогових елементів, що значно підвищить швидкість її функціонування.

На виробництві для контролю якості продукції характерна задача розпізнавання однотипних об'єктів. Це характерно також в задачах топологічних досліджень поверхонь, наприклад, льодового покриву при прокладці курсу в північних широтах. Для задач такого типу доцільно переважно використовувати суцесивну компенсацію інформаційних потоків тому, що, по-перше, часто вид і ступінь деформацій та збурень передбачувані і для їх зберігання потрібно менше системних ресурсів обчислювальної техніки. І, по-друге, тому що більшість деформацій з'являються поступово, збільшуючись або зменшуючись в кожному наступному кадрі зображення. В цьому випадку автоматична система з елементами штучного інтелекту встигає адаптуватися і більш якісно здійснювати позиціонування зображення еталона на зображення контрольованого об'єкта.

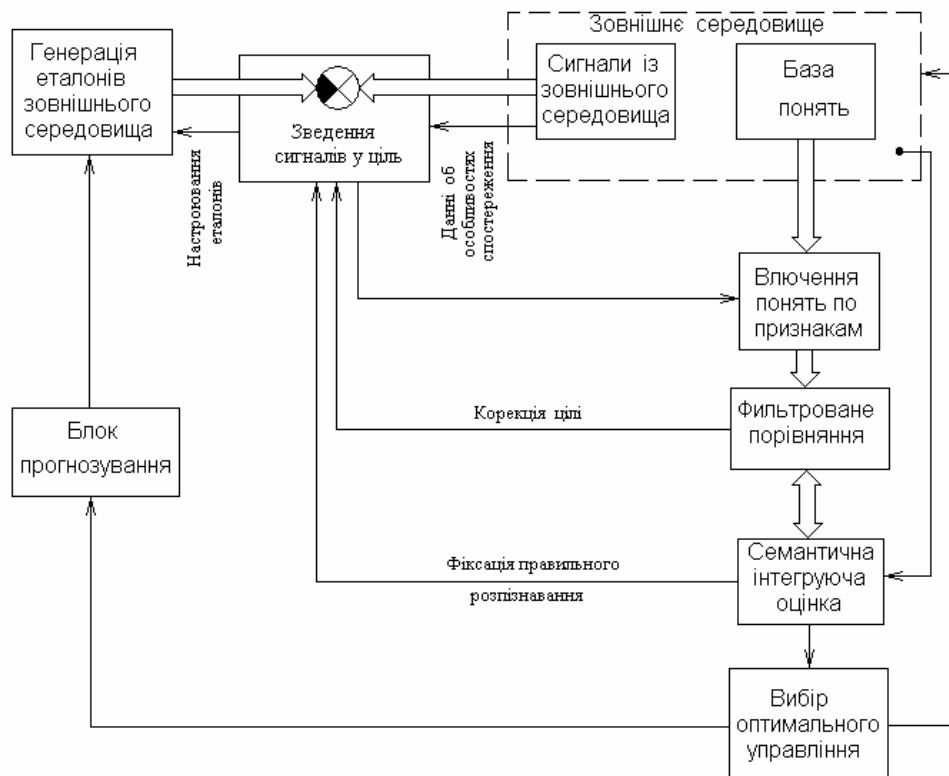


Рис. 2. Функціональна схема інтелектуальної системи контролю

Для генерації еталонів об'єктів і процесів навколишнього середовища доцільно використовувати математичні моделі, які отримують виходячи з морфогенетичних рівнянь або технологій отримання готової контрольованої продукції. Такий підхід дозволить враховувати всі структурні особливості об'єктів, які в тій чи іншій мірі впливають на формування плоского зображення, що отримують від системи машинного зору для подальшого аналізу. Це особливо актуально для систем з елементами штучного інтелекту, які працюють за принципом перевірки гіпотез, тобто систем, які намагаються вгадати або передбачити стан об'єктів або навколишнього середовища. Такі системи мають добрі показники для навчання і самонавчання.

Аналіз отриманої функціональної схеми показує, що для автоматичних систем контролю якості готової продукції на виробництві вона є оптимальною з фінансових, часових і якісних показників.

**Висновки.** Запропонована функціональна схема автоматичної системи контролю і управління з використанням методів компенсації інформаційних потоків і генерації еталонів дозволяє підвищити швидкість роботи системи в цілому. Запропоновані методи роблять автоматичну систему інваріантною до збурень. Впровадження сучасних інформаційних технологій дозволять працювати системі в реальному масштабі часу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Варшавский П.Р. Поиск решения на основе структурной аналогии для интеллектуальных систем поддержки принятия решений. / П.Р. Варшавский, А.П. Еремеев// Известия Российской академии наук. Теория и системы управления №1, 2005, – С. 97-109.
2. Терновая Т.И. Обнаружение и оценка изменения состояния объекта в информационно-управляющих комплексах/ Терновая Т.И., Каштальян П.В.,

- Рожков С.А //Вісник Херсонського національного технічного університету. – 2018. – № 3 (66). Том.2 – С. 311-318.
3. Федотов Н.Г. Повышение интеллектуальности распознающих систем на основе компьютерной генерации признаков/ Н.Г. Федотов, Л.А.Шульга// Труды конгресса «Искусственный интеллект в XXI веке». Научное издание.- М.- Издательство Физико-математической литературы, 2001. – С.193-200.
  4. Ташлинский А.Г. Оценивание параметров пространственных деформаций последовательностей изображений / А.Г. Ташлинский – Ульяновск: УлГТУ, 2000. – 131с.
  5. Форсайт Д. Компьютерное зрение. Современный подход / Форсайт Д., Понс Ж. // – М.: Пер. с англ. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2004. -928 с.
  6. Архангельский В.И. Виртуальная реальность в системах телеавтоматизации. /В.И. Архангельский, Н.Н. Богаенко, Г.Г. Грабовский, Н.А. Рюмшин // Автоматизация виробничих процесів, 2004, №1, С.1-9 .
  7. Деклараційний Патент України №30433 А, МПК 6 G 06K 9/00 /–№4707484/SU Пристрій для визначення просторового зміщення зображення об'єкту по відношенню до еталону зображення / Тернова Т.І., Храпливий А.П., Бражник О.М., Тимофеев К.В., Рожков С.О.; Заявл. 07.05.98; Опубл. 15.11.2000, Бюл. №6–II. – 2 с.
  8. Тернова Т.І. Методи моделювання і аналізу просторово-часових деформацій сенсорних мереж/ Т.І. Тернова // Вісник Національного університету “Львівська політехніка” “Комп’ютерні науки та інформаційні технології”. – 2011. –№710. – С.197-203.
  9. Щепин М.В. Автоматизированный анализ изображений аэрокосмических фотопланов/ Щепин М.В. // Третья Всер. открытая конф. “Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса”. Сб. науч. статей. Вып. 3. М.: ООО “Азбука 2000”, 2006. Т. 1. С. 143–146.
  10. Терновая Т.И. Использование элементов искусственного интеллекта в автоматических системах распознавания / Т.И. Терновая, А.М. Бражник // Вестник Херсонского национального технического университета. –2006. –№3(26). –С. 166-172.
  11. Бражник Д.О. Розпізнавання методом компенсації інформаційних потоків / Д.О. Бражник, Т.І. Тернова, Л.О. Фаніна // Матеріали восьмої всеукраїнської міжнародної конференції з оброблення сигналів і зображень та розпізнавання образів. 28-31 серпня 2006р., м. Київ, Україна: Київ, 2006. – С.43-47.

**Терновая Т.И., Круглая Н.А., Сердюк О.И.**

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ**

*В статье рассматриваются вопросы внедрения информационных технологий в автоматические системы управления для повышения качественных характеристик выпускаемой продукции. Сделано научное обоснование необходимости внедрения методов компенсации информационных потоков и генерации эталонов для повышения скорости функционирования автоматической системы. В работе разработана функциональная схема интеллектуальной системы автоматического контроля и управления, сформулированы требования и возможности такой системы. Предложенная функциональная схема автоматической системы позволяет повысить скорость работы системы в целом. Предложенные методы делают автоматическую систему инвариантной к возмущениям. Внедрение информационных технологий позволит работать системе в реальном масштабе времени.*

**Ключевые слова:** автоматическое управление, мониторинг технологического процесса, искусственный интеллект, автоматическая система распознавания.

**Ternova T.I., Krugla N.A., Serdiuk O.I.**

**INFORMATION TECHNOLOGIES IN AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS**

*The article deals with the issues of introducing information technologies into automatic control systems to improve the quality characteristics of the manufactured products. A scientific justification was made for the need to introduce methods for compensating information flows and generation of standards to increase the speed of operation of an automatic system. In the work, a functional diagram of an intelligent system of automatic control and management has been developed, the requirements and capabilities of such a system have been formulated. The proposed functional diagram of the automatic system allows you to increase the speed of the system as a whole. The proposed methods make the automatic system invariant to perturbations. The introduction of information technology will allow the system to work in real time.*

**Key words:** *automatic control, monitoring of the technological process, artificial intelligence, automatic recognition system*

Рецензент: Сис В.Б., доктор  
технічних наук, професор, Херсонський  
національний технічний університет,  
м. Херсон