

УДК 004.93'1:65.01

## КОНЦЕПЦІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНИХ ОСНОВ СИНТЕЗУ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ АВТОМАТИЗОВАНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ І УПРАВЛІННЯ СКЛАДНИМИ СИСТЕМАМИ

Захожай О.І.

### THE CONCEPT OF IMPROVING THE THEORETICAL AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS OF SYNTHESIS INFORMATION TECHNOLOGIES FOR AUTOMATED INFORMATION PROCESSING AND COMPLEX SYSTEMS CONTROLLING

Zakhozhay O.

*В статті запропонована концепція подальшого вдосконалення методів автоматизованої обробки інформації і управління складними системами на основі апарату розпізнавання образів, яка полягає у запровадженні екстенціонально-інтенціонального аналізу інформативних образів і ознак, що дозволяє підвищити достовірність і знизити часову складність прийняття управлінських рішень, а також забезпечує представлення інформації експерту в зрозумілій формі з урахуванням специфіки способу представлення знань.*

**Ключові слова:** екстенціональний аналіз, інтенціональний аналіз, системи розпізнавання образів.

**Вступ.** Останнім часом вдосконаленню методів і засобів автоматизованої обробки інформації і управління приділяється все більше уваги. Це пов'язано, насамперед з тим, що інформаційні технології та комп'ютерні системи отримали широке поширення у різноманітних сферах людської діяльності, при чому, значна кількість об'єктів інформатизації, як правило, представляє собою складні, багатокomпонентні комплекси та системи [1, 2], для яких створення повної математичної моделі або неможливе, або пов'язане зі значними складнощами. Це негативно впливає на їхнє практичне використання для обробки інформації та прийняття управлінських рішень. У зв'язку з цим, існуюча теоретико-методологічна база направлена на створення різноманітних методів і засобів обробки інформації і управління, які, для певного, вузькоспеціалізованого застосування, дозволяють отримувати достовірний результат. Додаткові складнощі у створенні високоєфективних методів і засобів автоматизованої обробки інформації і управління створює той факт, що ускладнення алгоритму обробки даних, що ставить метою підвищення достовірності прийняття

управлінських рішень, призводить до одночасного збільшення його часової складності і, як наслідок – зниженню оперативності прийняття управлінських рішень. Крім цього, достатньо важливим є той факт, що ускладнення алгоритмічної бази завжди вимагає більш продуктивних апаратних платформ для їх реалізації, що значно збільшує капітальні витрати на впровадження таких систем та подальше їхнє обслуговування.

З погляду на вище сказане можна зробити висновок, що вдосконалення теорії та методології синтезу інформаційних систем автоматизованої обробки інформації і управління є актуальною науково-технічною задачею.

#### **Аналіз питання та постановка завдання.**

Враховуючи той факт, що складна система має певний рівень стохастичності, що ускладнює її аналітичний опис, для рішення задач автоматизованої обробки інформації і управління такими системами доцільне використання інтелектуальних алгоритмів і, зокрема, алгоритмів розпізнавання образів.

На поточний момент розроблений цілий ряд методів розпізнавання образів. В літературних джерелах наводиться їхня розгорнута класифікація [1, 3-7]. Увесь спектр методів та алгоритмів розпізнавання може бути поділений на імовірнісні, логічні, структурні (синтаксичні, лінгвістичні). Однак, як показало дослідження, увесь існуючий перелік методів розпізнавання не може бути використаний в системах автоматизованої обробки інформації і управління. Різні автори (Ю.Л. Барабаш [7], В.І. Васильєв [8], А.Л. Горелик, В.А. Скрипкін [9], Р. Дуда, П. Харт [10], Л.Т. Кузін [11], Ф.І. Перегудов, Ф.П. Тарасенко [12], Ф.Е. Темников [13], Дж. Ту, Р. Гонсалес [14], П. Уинстон [15], К. Фу [4], Я.З. Ципкін [16] та ін.) дають різну

класифікацію методів розпізнавання образів. Одні автори розрізняють параметричні, непараметричні і евристичні методи, інші – виділяють групи методів, виходячи з історично сформованих шкіл і напрямів в даній області. Наприклад, в роботі [17], в якій зроблений достатньо повний огляд методів розпізнавання, використовується наступна їхня типологія:

- методи, засновані на принципі поділу;
- статистичні методи;
- методи, побудовані на основі "потенційних функцій";
- методи обчислення оцінок (голосування);
- методи, засновані на численні висловів, зокрема апарату алгебри логіки.

У основі цієї класифікації лежить відмінність у формальних методах розпізнавання образів і тому опущений розгляд евристичного підходу до розпізнавання, що отримав повний і адекватний розвиток в експертних системах. Евристичний підхід заснований на знаннях, що важко формалізуються, і інтуїції експерта. При цьому, експерт сам визначає, яку інформацію і яким чином система повинна використовувати для досягнення необхідного ефекту розпізнавання.

Крім цього, для більшості методів їх програмна реалізація відсутня. Отже, залишається недостатньо розробленим питання про практичну застосовність тих або інших теоретичних методів розпізнавання для вирішення практичних завдань в складних, багатопараметричних системах автоматизованої обробки інформації зі значною розмірністю даних. При чому, реалізація цих алгоритмів повинна характеризуватися часовою складністю, що прийнятна для сучасних комп'ютерних систем. До того ж, більшість цих методів направлені на вирішення вузько-спеціалізованих задач розпізнавання, що не дозволяє використовувати їх для універсальних гнучких інформаційних систем автоматизованої обробки інформації і управління.

Наведена вище класифікація методів розпізнавання достатньо вдало відбиває підходи щодо метрологічної бази систем автоматизованої обробки інформації і управління на основі апарату розпізнавання образів. Однак, враховуючи той факт, що вирішення задач обробки інформації і управління вимагає прийняття рішення та його представлення експерту в зрозумілій формі, така типологія не враховує одну дуже істотну характеристику, яка відбиває специфіку способу представлення знань про предметну область за допомогою якого-небудь формального алгоритму розпізнавання образів.

Таким чином, основна задача, що підлягає вирішенню, полягає у визначенні концепції подальшого вдосконалення методів автоматизованої обробки інформації і управління складними системами на основі апарату розпізнавання образів, використання яких дозволить підвищити достовірність і знизити часову складність прийняття

управлінських рішень, а також забезпечити представлення інформації експерту в зрозумілій формі з урахуванням специфіки способу представлення знань.

**Вирішення задачі.** Для вирішення поставленої задачі пропонується використання концепції, яку запропонував Д.О.Поспелов [18], сутністю якої є класифікація методів за способом представлення знань при розпізнаванні. За таким принципом методи розпізнавання поділяються на інтенціональні та екстенціональні.

Іntenціональне представлення пов'язане з формуванням закономірності і зв'язків, якими пояснюється структура даних. Стосовно діагностичних завдань, така фіксація полягає у визначенні операцій над атрибутами (ознаками) об'єктів, що призводять до необхідного діагностичного результату. Іntenціональне представлення реалізується за допомогою операцій над значеннями атрибутів і не припускає операцій над конкретними інформаційними фактами (об'єктами).

У свою чергу, екстенціональне представлення знань пов'язане з описом і фіксацією конкретних об'єктів з предметної області і реалізуються в операціях, елементами яких служать об'єкти як цілісні системи.

Іntenціональний спосіб припускає представлення знань у вигляді схеми зв'язків між атрибутами (ознаками) об'єктів розпізнавання, а екстенціональний – за допомогою конкретних фактів (об'єктів).

Для ефективного вирішення задачі автоматизованої обробки інформації і управління (у тому числі складними системами) в групі інтенціональних методів практичну цінність представляють параметричні методи і методи, засновані на пропозиціях про вид вирішальних функцій. На сьогодні, параметричні методи складають основу традиційної методології конструювання систем розпізнавання. Однак, застосування цих методів в реальних задачах пов'язане з накладенням значних обмежень на структуру даних, які призводять до лінійних діагностичних моделей з дуже приблизними оцінками їх параметрів. У випадку оперування зі складним об'єктом розпізнавання, якому притаманний високий рівень невизначеності та стохастизму, такий підхід пов'язаний зі значними складнощами реалізації і не є раціональним. При використанні методів, заснованих на припущеннях про вид вирішальних функцій, також існує необхідність звернення до лінійних моделей. Це обумовлено високою розмірністю простору ознак, характерною для реальних багатокритеріальних та багатопараметричних завдань, яка при підвищенні міри поліноміальної вирішальної функції призводить до величезного зростання числа її членів при проблематичному супутньому підвищенні якості розпізнавання. Таким чином, в сфері

потенційного застосування інтенціональних методів розпізнавання для багатопараметричних складних систем, мається тенденція до зведення до добре відпрацьованої традиційної методології лінійних діагностичних моделей.

Властивості лінійних діагностичних моделей, в яких діагностичний показник представлений зваженою сумою початкових ознак, добре вивчені. Результати цих моделей (при відповідному нормуванні) інтерпретуються як відстані від досліджуваних об'єктів до деякої гіперплощини в просторі ознак або (що еквівалентно) як проєкції об'єктів на деяку пряму лінію в цьому просторі. Тому лінійні моделі адекватні тільки простим геометричним конфігураціям областей простору ознак, в які відображаються об'єкти різних класів. У випадку складніших розподілів, ці моделі принципово не можуть відбивати багато особливостей структури інформаційного поля ознак складних об'єктів розпізнавання. В цьому випадку не може забезпечуватися висока достовірність розпізнавання та формування управлінських рішень при одночасному зменшенні часової складності аналізу інформативних ознак об'єкту розпізнавання.

В той же час поява в якому-небудь реальному завданні простих багатовимірних структур (зокрема, багатовимірних нормальних розподілів) створює умови для локального використання лінійних моделей. Але така ситуація є скоріше приватним випадком, ніж закономірністю, так як досить часто класи розпізнавання формуються на основі складених зовнішніх критеріїв, що автоматично спричиняє за собою геометричну неоднорідність цих класів в просторі ознак. В таких умовах застосування лінійних моделей тільки досить приблизно описує закономірності, що проявляються в результаті аналізу експериментальної інформації про об'єкт розпізнавання.

З іншого боку, застосування екстенціональних методів, фактично, не пов'язане з будь-якими припущеннями про структуру експериментальної інформації про об'єкт розпізнавання, крім того, що усередині класів розпізнавання повинні існувати одна або декілька груп чимось схожих об'єктів, а об'єкти різних класів повинні чимось відрізнятися один від одного. Очевидно, що при будь-якій кінцевій розмірності навчальної вибірки, ця вимога виконується завжди просто з тієї причини, що існують випадкові відмінності між об'єктами, які фіксуються та є базовими фактами, що дозволяють віднести об'єкти розпізнавання до різних класів. Успішне рішення таких задач дає результат, що наближається до теоретично досяжних меж достовірності розпізнавання.

Незважаючи на вказані вище переваги екстенціональних методів розпізнавання образів, їх недолік, в першу чергу, пов'язаний з високою технічною складністю їх практичного втілення. Для складних, багатоконпонентних просторів ознак зовні просте завдання знаходження пар об'єктів, що мають мінімальні розбіжності перетворюється на

значну проблему, що призводить до значних втрат машинного часу та знижує оперативність прийняття управлінських рішень, що не є припустимим для систем управління. Крім цього, існує необхідність запам'ятовування досить великої кількості об'єктів, що представляють класи розпізнавання. В результаті, наприклад у методі  $k$ -найближчих сусідів, при розпізнаванні кожного об'єкту повинен відбуватися повний перебір усіх об'єктів навчальної вибірки, що різко збільшує часову складність аналізу даних і прийняття рішень.

З погляду на вище згадане, можна зробити висновок, що для складних, багатопараметричних систем доцільне застосування такої моделі системи розпізнавання, в якій проблема повного перебору об'єктів навчальної вибірки при розпізнаванні знімається, оскільки він здійснюється лише один раз при формуванні узагальнених образів класів розпізнавання. При самому ж розпізнаванні повинне здійснюватися порівняння об'єкту розпізнавання лише з узагальненими образами класів розпізнавання. Такий підхід дозволить збільшувати розмірність навчальної вибірки до тих пір, доки не буде досягнута необхідна якість узагальнених образів. В цьому випадку, збільшення часу розпізнавання буде здійснюватися тільки до моменту досягнення наперед заданої, раціональної достовірності класифікації.

Теоретичні проблеми застосування екстенціональних методів розпізнавання пов'язані з проблемами пошуку інформативних ознак, а також знаходження раціональних метрик для аналізу схожості та розбіжності об'єктів. В той же час успішне рішення перерахованих проблем дозволяє не лише конструювати ефективні алгоритми розпізнавання, але і здійснювати перехід від екстенціонального знання емпіричних фактів до інтенціонального знання про закономірності їх структури та навпаки (у випадку прямої та зворотної задачі розпізнавання).

Перехід від екстенціонального знання до інтенціонального доцільно здійснювати або у випадку малої кількості інформативних ознак об'єкту розпізнавання, або на тій стадії, коли формальний алгоритм розпізнавання вже сконструйований і його ефективність підтверджена на навчальній вибірці. Тоді робиться вивчення механізмів, за рахунок яких досягається отримана ефективність. Таке вивчення, пов'язане з аналізом геометричної структури даних, може, наприклад, привести до висновку про те, що досить замінити об'єкти, що представляють той або інший клас розпізнавання, одним типовим представником (прототипом). Це еквівалентно, як відзначалося вище, завданню традиційної лінійної діагностичної шкали. Також можливо, що кожен клас розпізнавання досить замінити декількома об'єктами, які сприймаються як типові представники деяких підкласів, що еквівалентно побудові сукупності лінійних шкал.

В зв'язку з цим особливо актуальним видається завдання реалізації в системах розпізнавання

механізму узагальнення описів об'єктів, що відносяться до одного класу, тобто механізму формування компактних узагальнених образів. Це дозволить також поставити і вирішити ряд завдань, які навіть не можуть бути сформульовані в таких методах розпізнавання, як метод порівняння з прототипом, метод  $k$ -найближчих сусідів або алгоритми обчислення оцінок.

Оперування з узагальненими образами вимагає вирішення наступної послідовності завдань:

– визначення інформаційного вкладу ознак до інформаційного опису узагальненого образу;

– кластерно-конструктивний аналіз узагальнених образів;

– визначення семантичного навантаження ознак;

– семантичний кластерно-конструктивний аналіз ознак;

– змістовне порівняння узагальнених образів класів один з одним і ознак однієї з іншою (за допомогою, наприклад, когнітивних діаграм).

Вирішення наведеної послідовності завдань дозволить сформулювати таку методологічну основу синтезу систем автоматизованої обробки інформації і управління складними системами, при якій завдяки формуванню узагальнених образів буде досягтися незалежність часу розпізнавання від об'ємів навчальної вибірки. Відомо, що саме існування цієї залежності призводить до практично неприйнятних витрат машинного часу на розпізнавання в таких методах, як метод  $k$ -найближчих сусідів, алгоритми обчислення оцінок і колективів вирішальних правил.

Відповідно до вищезгаданого, можна зробити висновок, що використання як інтенціонального, так і екстенціонального підходів дозволяє, за окремих умов, отримати переваги у розпізнаванні. При чому,

в окремих випадках, такі переваги дають або інтенціональні методи, або екстенціональні. А у окремих випадках, вони спроможні доповнювати друг друга для прийняття більш достовірного результату класифікації.

Таким чином, в якості концепції подальшого вдосконалення теоретико-методологічних основ синтезу інформаційних технологій автоматизованої обробки інформації і управління складними системами пропонується використання екстенціонально-інтенціонального підходу [19], який базується на сумісному використанні як інтенціональних, так і екстенціональних методів. Це дозволить значно збільшити кількість прецедентів за якими здійснюється класифікація та забезпечити більшу достовірність розпізнавання.

З іншого боку, збільшення кількості прецедентів, порівняння з якими інформаційних ознак об'єкту розпізнавання дозволяє здійснити класифікацію, призводить до збільшення часової складності процесу розпізнавання, що є значним негативним аспектом вдосконалення систем автоматизованої обробки інформації і управління. Рішення цієї проблеми можливо через використання методів зменшення розмірності інформаційного поля аналізу даних, що спрощує реалізацію як інтенціональних так і екстенціональних методів, зменшує часову складність процесу розпізнавання та підвищує оперативність формування управлінських рішень в системах автоматизованої обробки інформації і управління. Такі методи запропоновані у [20].

Екстенціонально-інтенціональний підхід до побудови методів автоматизованої обробки інформації і управління складними системами проілюстрований на рис.

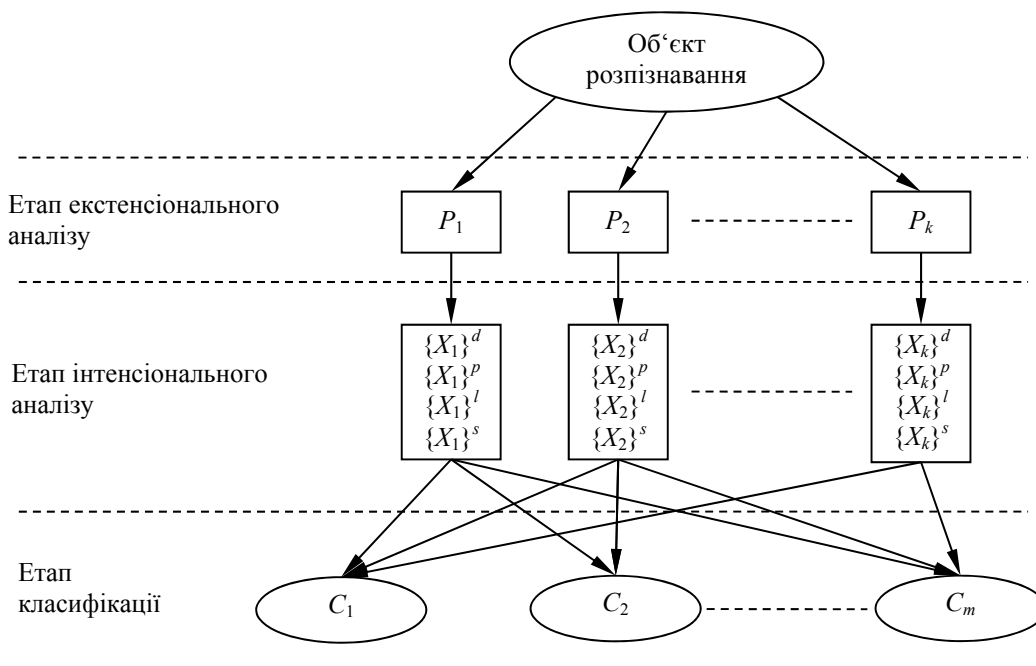


Рис. Екстенціонально-інтенціональний підхід до автоматизованої обробки інформації і управління складними системами

Реалізація екстенціонально-інтенціонального підходу створює сприятливі умови щодо повномірного використання у складі однієї системи розпізнавання різноманітних варіантів опису ознак об'єктів розпізнавання: детерміновані, імовірнісні, логічні та структурні. В цьому випадку, формується необхідна теоретико-методологічна база побудови гнучких, адаптивних, багатопараметричних систем автоматизованої обробки інформації і управління.

Слід також відзначити, що використання екстенціонально-інтенціонального підходу доцільно в багатопараметричних комбінованих системах розпізнавання [21], де об'єкти інформатизації представляються сукупністю образів, ознаки яких мають різну природу виникнення. В цьому випадку, отримується більша кількість можливих стратегій обробки інформації для прийняття управлінських рішень, що сприяє підвищенню рівня універсальності, гнучкості та адаптивності.

Згідно рис., складний об'єкт інформатизації представляється сукупністю  $k$  образів, кожен з яких дозволяє здійснити розподіл до одного з наперед визначених класів  $C_1-C_m$ . При цьому, у випадку достовірної класифікації, кожен з  $k$  образів повинен забезпечувати віднесення об'єкту розпізнавання до одного й того ж самого класу з множини  $\{C\}$ , так як апріорно відомо, що у багатопараметричній комбінованій системі розпізнавання кожен образ з множини  $\{P\}$  представляє один і той самий об'єкт розпізнавання [22].

Для забезпечення мінімізації часу прийняття управлінських рішень, при екстенціонально-інтенціональному аналізі даних, спочатку, здійснюється етап екстенціонального аналізу, при якому виконується спроба класифікації об'єкта розпізнавання за узагальненими описами образів. У зв'язку з цим, особливо актуальним в системах розпізнавання стає завдання реалізації механізму узагальнення описів об'єктів, що відносяться до одного класу, тобто механізму формування компактних узагальнених образів. Для цього доцільне використання методу селекції образів та прийняття рішення щодо класифікації [21] в якому здійснюється пошук та аналіз груп образів з ідентичною класифікацією.

При цьому слід враховувати, що достовірність представлення об'єкту розпізнавання за кожним з  $k$  образів буде змінюватися у випадку зміни умов спостереження, що має місце на практиці, особливо у складних системах. Таким чином, у кожному окремому випадку, інформативність кожного образу з множини  $\{P\}$  буде різною. Для отримання достовірного результату розпізнавання за мінімальний час, необхідне здійснення селекції інформативних образів. З цією метою може бути використана методика [20] яка дозволяє зменшити розмірність інформаційного поля аналізу через усунення найменш інформативних даних. Надалі, класифікація може бути визначена на основі статистики, що отримується шляхом голосування: належність об'єкту до класу  $C_i$  визнається

достовірною, якщо ця класифікація підтверджується більшістю образів з множини  $k$ .

Якщо екстенціональний аналіз не дозволяє отримати достовірну класифікацію, на наступному етапі здійснюється інтенціональний аналіз. Крім цього, перехід від екстенціонального знання до інтенціонального доцільно здійснювати або у випадку малої кількості інформативних ознак об'єкту розпізнавання, або на тій стадії, коли формальний алгоритм розпізнавання вже сконструйований і його ефективність підтверджена на навчальній вибірці. З метою зменшення інформаційного поля аналізу, та зниження часової складності прийняття рішення щодо класифікації, безпосередньо перед розпізнаванням, необхідно здійснити селекцію інформативних ознак образів об'єкта розпізнавання [20]. При цьому слід зазначити, що ця задача вже частково вирішується на попередньому етапі екстенціонального аналізу. Виключення з аналізу неінформативних об'єктів об'єкта розпізнавання фактично призводить до усунення відповідної сукупності інформаційних ознак. При цьому, одразу виключається певна група менш інформативних ознак і перевірка інформативності окремих ознак в цих групах не потрібна. Подальша класифікація може бути здійснена будь яким з методів, наприклад методом  $k$ -найближчих сусідів, алгоритмом обчислення оцінок або колективами вирішальних правил.

Слід зазначити, що використання екстенціонально-інтенціонального підходу не вимагає проведення повного аналізу інформативних ознак за кожним з  $k$  образів об'єкту розпізнавання. Такий аналіз може здійснюватися лише до моменту, коли за одним або декількома образами з множини  $\{P\}$  буде отримана класифікація, рівень достовірності якої досягає апріорно заданого значення.

Для збільшення кількості інформативних показників за якими приймається рішення щодо класифікації, на етапі інтенціонального аналізу пропонується використання розподілу, який був отриманий на етапі екстенціонального аналізу. В цьому випадку, інтенціональний аналіз буде нібито «уточнювати» результати класифікації за узагальненими описами об'єктів розпізнавання.

Слід зазначити, що запропонований екстенціонально-інтенціональний підхід не виключає можливості використання тільки екстенціональних або інтенціональних методів розпізнавання. Логічна структура, проілюстрована на рис. 1, може бути трансформована шляхом виключення етапів або екстенціонального, або інтенціонального аналізу. Таким чином, використання екстенціонально-інтенціонального підходу дозволяє не лише конструювати ефективні методи і алгоритми розпізнавання, але і здійснювати перехід від екстенціонального знання емпіричних фактів до інтенціонального знання про закономірності їхньої структури та навіаки. Використання як інтенціонального, так і екстенціонального підходу дозволяє, за окремих

умов, отримати переваги у розпізнаванні. При чому, в окремих випадках, більшу достовірність та меншу часову складність можуть забезпечувати або інтенціональні методи, або екстенціональні, а в окремих випадках, вони спроможні доповнювати друг друга для прийняття більш достовірного результату класифікації за менший час. Така гнучкість особливо корисна при синтезі інформаційних технологій автоматизованої обробки інформації і управління, де одночасно вирішується як прями так і зворотні задачі розпізнавання.

Реалізація екстенціонально-інтенціонального підходу для синтезу інформаційних технологій автоматизованої обробки інформації і управління на базі багатопараметричних комбінованих систем розпізнавання образів створює сприятливі умови щодо повномірного використання у складі однієї системи розпізнавання різноманітних варіантів опису ознак об'єктів розпізнавання: детерміновані, вірогіднісні, логічні та структурні. В цьому випадку, формується необхідна теоретико-методологічна база побудови гнучких, адаптивних, багатопараметричних систем автоматизованої обробки інформації і управління.

**Висновки.** Основні результати представлені в статті полягають в наступному.

1. Запропонована концепція подальшого вдосконалення методів автоматизованої обробки інформації і управління складними системами на основі апарату розпізнавання образів, яка полягає у запровадженні екстенціонально-інтенціонального аналізу інформативних образів і ознак, що дозволяє підвищити достовірність і знизити часову складність прийняття управлінських рішень, а також забезпечує представлення інформації експерту в зрозумілій формі з урахуванням специфіки способу представлення знань.

2. Синтез систем автоматизованої обробки інформації і управління на базі багатопараметричних комбінованих систем розпізнавання та з використанням екстенціонально-інтенціонального підходу забезпечує більшу кількість можливих стратегій обробки інформації для прийняття управлінських рішень, що сприяє підвищенню рівня універсальності, гнучкості та адаптивності.

3. Ефективність запропонованої концепції була підтверджена шляхом впровадження при синтезі трьох систем автоматизованої обробки інформації і управління: системи контролю температурного режиму коксових печей, системи ультразвукового вимірювання лінійних відстаней, системи перевірки унікальності текстових даних. Для системи контролю температурного режиму статистична характеристика подібності була отримана на рівні 96,3%, що задовольняє існуючим нормам. В системі ультразвукового вимірювання статистична достовірність визначення лінійних відстаней збільшилася на 14%, а в системі перевірки унікальності текстових даних статистична достовірність результату аналізу збільшилася на 23,4%, а часова складність зменшилася на 7,2%.

4. В контексті подальшого напрямку досліджень доцільним є розробка та дослідження нових методів автоматизованої обробки інформації і управління на основі розглянутої методології для різноманітних прикладних застосувань.

#### Література

1. Симанков В. С. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов: Монография (научное издание) / В.С. Симанков, Е.В. Луценко. – Краснодар: Техн. ун-т Кубан. гос. технол. ун-та, 1999. – 318 с.
2. Захожай О.І. Інформаційна технологія розпізнавання образів в задачах автоматизованої обробки інформації й управління складними системами / О.І. Захожай // Журнал «Проблеми інформаційних технологій». – Херсон: ХНТУ, 2013. – № 01 (013). – С. 61-68.
3. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний / Н.Г. Загоруйко. – Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1999. – 270 с.
4. Фу К. Структурные методы в распознавании образов: Пер. с англ. / К. Фу. – М.: Мир, 1977. – 320 с.
5. Журавлев Ю.И. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. / Ю.И. Журавлев, В.В. Рязанов, О.В. Сенько. – М.: Фазис, 2005. – 159 с.
6. Кочетков Д.В. Распознающие алгоритмы, инвариантные относительно преобразований пространства признаков / Д.В. Кочетков // Распознавание, классификация, прогноз: Мат. методы и их применение. – М.: Наука, 1989. – Вып. 11. – С. 178-206.
7. Барабаш Ю.Л. Коллективные статистические решения при распознавании / Ю.Л. Барабаш. – М.: Радио и связь, 1983. – 224 с.
8. Васильев В.И. Распознающие системы: Справочник / В.И. Васильев. – К.: Наукова думка, 1983. – 230 с.
9. Горелик А.Л. Методы распознавания. Изд. 2. / А.Л. Горелик, В.А. Скрипкин. – М.: Высшая школа, 1984. – 219 с.
10. Дуда Р. Распознавание образов и анализ сцен: Пер. с англ. / Р. Дуда, П. Харт. – М.: Мир, 1978. – 510 с.
11. Кузин Л.Т. Основы кибернетики: Основы кибернетических моделей. Т.2. / Л.Т. Кузин. – М.: Энергия, 1979. – 584 с.
12. Перегудов Ф.И. Введение в системный анализ. / Ф.И. Перегудов, Ф.П. Тарасенко. – М.: Высш. шк., 1989. – 367 с.
13. Темников Ф.Е. Теоретические основы информационной техники. / Ф.Е. Темников, В.А. Афонин, В.И. Дмитриев. – М.: Энергия, 1979. – 511 с.
14. Ту Дж. Принципы распознавания образов: Пер. с англ. / Дж. Ту, Р. Гонсалес. – М.: Мир, 1978. – 410 с.
15. Уинстон П. Искусственный интеллект: Пер. с англ. / П. Уинстон – М.: Мир, 1980. – 520 с.
16. Цыпкин Я.З. Основы информационной теории идентификации. / Я.З. Цыпкин. – М.: Наука, 1984. – 520 с.
17. Дюк В.А. Компьютерная психодиагностика. / В.А. Дюк. – СПб: Братство, 1994. – 365 с.
18. Поспелов Д.А. Моделирование человеческих рассуждений в интеллектуальных системах: Лекции Всесоюзной школы по основным проблемам искусственного интеллекта и интеллектуальным системам. Ч. 1. / Д.А. Поспелов. – Тверь: Центр программных систем, 1990.

19. Захожай О.І. Спосіб розпізнавання образів / О.І. Захожай, О.С. Меняйленко, П.І. Бідюк // Патент на корисну модель № 100078 МПК (2015.01) G06K 9/00; опубл. 10.07.2015, бюл. №13.
20. Захожай О.І. Селекція раціональної сукупності образів в комбінованих системах розпізнавання / О.І. Захожай // Електротехнічні та комп'ютерні системи, 2013. – № 09(85). – С. 186-192.
21. Захожай О.І. Критерії визначення інформативності та ранжування образів при прийнятті рішень в багатопараметричних комбінованих системах розпізнавання / О.І. Захожай // Електротехнічні та комп'ютерні системи, 2018. – № 27(103). – С. 196-204.
22. Рябенський В.М. Комбіновані системи розпізнавання образів / В.М. Рябенський, О.І. Захожай // Журнал «Проблеми інформаційних технологій», 2011. – С. 156-160.

### References

1. Simankov V. S. Adoptive controlling of complex systems on theory of patterns recognition: Monography (scientific publication) / V.S. Simankov, E.V. Lutsenko. – Krasnodar: Techn. Univ. Kuban State Technol. Univ, 1999. – 318 p.
2. Zakhzhay O.I. Information technology of patterns recognition in tasks of automated information processing and complex systems controlling / O.I. Zakhzhay // Journal «Problems of information technologies». – Kherson: KhNTU, 2013. – № 01 (013). – P. 61-68.
3. Zagoruyko N.G. Applied methods of data and knowledge analysis / N.G. Zagoruyko. – Novosibirsk: Publ. Inst. of mathematics, 1999. – 270 p.
4. Fu K. Structure methods in patterns recognition: Trans. from eng. / K. Fu. – M.: Mir, 1977. – 320 p.
5. Zhuravlyov Yu.I. Recognition. Mathematical methods. Program system. Practical using. / Yu.I. Zhuravlyov, V.V. Рязанов, О.В. Senko. – M: Phasis, 2005. – 159 p.
6. Kochetkov D.V. Recognition algorithms that invariantly relatively signs space transformation / D.V. Kochetkov // Recognition, classification, forecast: Math. methods and their using. – M.: Nauka, 1989. – Ed. 11. – P. 178-206.
7. Barabash Yu.L. Collective statistic solving in time recognition / Yu.L. Barabash. – M.: Radio i svyaz, 1983. – 224 p.
8. Vasilev V.I. Recognition systems: Directory / V.I. Vasilev. – K.: Naukova dumka, 1983. – 230 p.
9. Gorelik A.L. Recognition methods. Ed. 2. / A.L. Gorelik, V.A. Skripkin. – M.: Vyshaya shkola, 1984. – 219 p.
10. Duda R. Patterns recognition and scene analysis: Trans. from eng. / R. Duda, P. Hart. – M.: Mir, 1978. – 510 p.
11. Kuzin L.T. Basics of cybernetics: Basics of cybernetical models. B.2. / L.T. Kuzin. – M.: Energiya, 1979. – 584 p.
12. Peregudov F.I. Introduce to system analysis. / F.I. Peregudov, F.P. Tarasenko. – M.: Vyshaya shkola, 1989. – 367 p.
13. Temnikov F.E. Theoretical basics of informational technics. / F.E. Temnikov, V.A. Afonin, V.I. Dmitriev. – M.: Energiya, 1979. – 511 p.
14. Tu J. Principe of patterns recognition: Trans. from eng. / J. Tu, R. Gonzalez. – M.: Mir, 1978. – 410 p.
15. Winston P. Artificial intelligence: Trans. from eng. / P. Winston – M.: Mir, 1980. – 520 p.
16. Tsyppkin Ya.Z. Base of information technology of identification. / Ya.Z. Tsyppkin. – M.: Nauka, 1984. – 520 p.
17. Dyuk V.A. Computer psychodiagnostic / V.A. Dyuk. – SPb: Bratstvo, 1994. – 365 p.

18. Pospelov D.A. Modelling of human reasoning in intellectual systems: Lectures All-union school in basic problems of artificial intelligence and intellectual systems. Part. 1. / D.A. Pospelov. – Tver: Center program systems, 1990.
19. Zakhzhay O.I. Method of patterns recognition/ O.I. Zakhzhay, O.S. Menyaylenko, P.S. Bidyuk // Patent of Ukraine 100078 IPC (2015.01) G06K 9/00; publ. 10.07.2015, bull. 13.
20. Zakhzhay O.I. The rational aggregate selection of informative patterns in the combined recognition systems / O.I. Zakhzhay // Electrotechnical and computer systems, 2013. – 09(85). – P. 186-192.
21. Zakhzhay O.I. Criteria for the determination of informativity and patterns ranking for making decisions in multi-parametric combined recognition systems / O.I. Zakhzhay // Electrotechnical and computer systems, 2018. – 27(103). – P. 196-204.
22. Ryabenskiy V.M. Combined systems of patterns recognition / V.M. Ryabenskiy, O.I. Zakhzhay // Journal «Problems of information technologies», 2011. – P. 156-160.

**Захожай О.І. Концепция усовершенствования теоретико-методологических основ синтеза информационных технологий автоматизированной обработки информации и управления сложными системами.**

*В статье предложена концепция дальнейшего усовершенствования методов автоматизированной обработки информации и управления сложными системами на основе аппарата распознавания образов, которая заключается во внедрении экстенционально-интенционального анализа информативных образов и признаков, что позволяет повысить достоверность и снизить временную сложность принятия управленческих решений, а также обеспечивает представление информации эксперту в понятной форме с учетом специфики способа представления знаний.*

**Ключові слова:** *екстенціональний аналіз, інтенціональний аналіз, системи розпізнавання образів.*

**Zakhzhay O. The concept of improving the theoretical and methodological foundations of synthesis information technologies for automated information processing and complex systems controlling.**

*The article proposes the concept of further improving the methods of automated information processing and management of complex systems based on the pattern recognition apparatus, which is to introduce the extensional-intentional analysis of informative images and signs. This allows to increase the reliability and reduce the time complexity of making management decisions, and also ensures that the information is presented to the expert in an understandable form with accounting the specifics of the forms knowledge presenting.*

**Keywords:** *extensional analysis, intentional analysis, systems of patterns recognition.*

**Захожай О.І.** – к.т.н., доцент, доцент кафедри програмування та математики Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, e-mail: zakhzhay.oleg@gmail.com

*Рецензент:* д.т.н., проф. **Марченко Д.М.**