

## ВСТУП

---

Основними завданнями сучасних інтегрованих автоматизованих систем управління (ІАСУ) підприємств є інтеграція функцій управління технологічними та організаційно-економічними процесами, створення єдиного інформаційного простору з достовірною, повною та оперативною інформацією, розроблення на базі нейротехнологій інтелектуальних компонентів. Центральним поняттям в ІАСУ є поняття “інтеграція”, яка визначається як спосіб організації окремих компонентів в одну систему, яка забезпечує узгоджену і цілеспрямовану їх спільну взаємодію, що зумовлює високу ефективність функціонування всієї системи. Інтеграція в ІАСУ відбувається в таких напрямках: функціональному, організаційному, інформаційному, програмно-алгоритмічному, технічному та економічному. Використання інтеграції та інтелектуалізації процесів в ІАСУ усуває бар’єри між технологічними та організаційно-економічними процесами та підвищує ефективність управління технологічними процесами, виробничою, фінансовою, господарською та адміністративною діяльністю підприємства.

Розроблення ІАСУ підприємства здійснюється на основі ієрархічної компонентно-орієнтованої технології, яка передбачає поділ процесу розроблення на ієрархічні рівні та види забезпечення (алгоритмічне, апаратне та програмне). Для реалізації цієї технології використовується метод декомпозиції, який передбачає розбиття ІАСУ на окремі компоненти. На кожному рівні ієрархії розв’язуються задачі відповідної складності, які характеризуються як одиницями інформації, так і алгоритмами обробки.

Для розроблення інтелектуальних компонентів ІАСУ використано штучні нейронні мережі, основна проблема використання яких полягає у виборі необхідних вхідних даних для поставленої задачі, вибір архітектури нейронної мережі, що відповідає поставленій задачі, формуванні тестової вибірки для навчання нейронної мережі та виборі алгоритму навчання. Штучна нейронна мережа з декількома входами і виходами призначена для перетворення вхідних сигналів на вихідні. Зазвичай вхідними даними для інтелектуальних компонентів ІАСУ на першому та другому рівнях управління є стратегічна інформація про макросередовище, мікросередовище та внутрішнє середовище підприємства, а на третьому та четвертому рівні – інформація з давачів, апаратів, агрегатів і виконавчих механізмів. На виході інтелектуальних компонентів першого та другого рівнів ІАСУ формуються

сигнали, за якими приймають управлінські рішення, а на виході інтелектуальних компонентів третього та четвертого рівня – сигнали управління виконавчими механізмами, апаратами та агрегатами.

У монографії розглянуто розроблення на основі комплексного підходу та ієрархічної компонентно-орієнтованої технології інтелектуальних компонентів для розв'язання задач попередньої обробки даних, фільтрації динамічних даних, прогнозування та візуалізації багатовимірних даних.

У першому розділі розроблено базові 4-рівневі структури ІАСУ для підприємства та 5-рівневі структури для підприємств регіону. Показано, що в основу розроблення сучасних ІАСУ покладено системну інтеграцію, яка ґрунтується на системному підході, який охоплює всі рівні інтеграції процесів, об'єктів, суб'єктів та інфраструктури, враховуючи вимоги конкретного застосування та ефективність їх застосування. Для розроблення ІАСУ та її компонентів вибрано принципи побудови, запропоновано розробляти ІАСУ на основі ієрархічної компонентно-орієнтованої технології. Для реалізації обміну в АСУ ТП із промисловою мережею розроблено багатоканальний пристрій обміну із буферизацією даних.

У другому розділі визначено задачі та сформовано вимоги до інтелектуальних компонентів ІАСУ, визначено особливості інтелектуального аналізу, задач видобування даних і типи закономірностей, які можна виявити за цими методами. Розглянуто роботу машини опорних векторів і визначено математичні операції, на яких ґрунтується її робота. Проаналізовано вибрані архітектури нейронних мереж для реалізації інтелектуальних компонентів ІАСУ.

У третьому розділі розглянуто нейропарадигми, які найчастіше використовують під час інтелектуального аналізу даних. Для реалізації інтелектуальних компонентів вибрано універсальну парадигму машини геометричних перетворень (МГП), яка ґрунтується на концепції моделювання інформаційних об'єктів, представлених табличними даними, або продукційними правилами логічних висновків, або їх поєднанням. Показано, що МГП призначені для застосування в режимі “чорної скриньки”, або “сірої скриньки”, і забезпечує ефективне розв'язання широкого класу завдань, зокрема класифікації в режимах із супервізором і без супервізора, передбачення і прогнозування часових послідовностей, аналізу головних компонентів і факторного аналізу, відновлення частково втрачених даних або їх ущільнення, реалізації методів захисту та конфіденційності інформації, розв'язування систем лінійних алгебраїчних рівнянь, зокрема недовизначених та перевизначених, візуалізації багатовимірних даних.

У четвертому розділі розроблено інтелектуальні компоненти попереднього опрацювання та оцінювання даних в ІАСУ. До таких компонентів належать компоненти для заповнення пропусків у даних та для динамічної фільтрації. Розглянуто типові методи опрацювання даних: регресійний аналіз, Фур'є-аналіз, сингулярний спектральний аналіз і показано доцільність використання нейромережевого спектрального аналізу для поставлених задач. Розроблено методи та засоби для нейромережевого спектрального аналізу, зокрема комп'ютерну програму для динамічної фільтрації. Розроблено методику адаптації нейромережевого спектрального аналізу до конкретного застосування та імітаційну модель для визначення оптимальних параметрів мережі. Також синтезовано апаратну нейронну мережу для нейромережевого спектрального аналізу.

У п'ятому розділі розглянуто підходи до розроблення інтелектуальних компонентів ІАСУ для розв'язання задачі класифікації на основі нейронних мереж та машини геометричних перетворень. Проведено серію експериментів та порівняно результати класифікації за допомогою різних типів нейронних мереж, зокрема багат шарового перцептронну, машини опорних векторів, RBF-мережі. Розроблено методи класифікації на основі МГП, які враховують особливості завдань видобування даних: глобальний та локальний підходи до класифікації, метод штрафів та заохочень, кусковий метод побудови розділяючих поверхонь для розв'язання задач класифікації на основі МГП із використанням методу штрафів та заохочень, доповнення методу класифікації на основі МГП процедурою оптимізації.

У шостому розділі розглянуто підходи до розроблення інтелектуальної компоненти ІАСУ для розв'язання задачі прогнозування на основі нейромережевого спектрального аналізу. Розроблено архітектуру нейромережевого комплексу для прогнозування часових послідовностей. Розроблено метод формування прогнозу вихідного параметра на основі виділених ортогональних складових часової послідовності, визначено критерії оцінювання прогнозу. Розроблено метод підвищення точності передбачень з використанням нейромереж геометричних перетворень – розділенням поверхні відгуку на лінійну і нелінійну складові, відтворенням складної нелінійної поверхні.

У сьомому розділі вдосконалено архітектуру, методики навчання і налагодження та розроблено програмні компоненти інтелектуальної системи візуалізації багатовимірних даних. Визначено множину необхідних параметрів налагодження та сукупність внутрішніх і зовнішніх критеріїв для синтезу автоасоціативної нейронної мережі оптимальної складності та оцінювання

якості її функціонування, вироблено практичні рекомендації із здійснення оптимізованої процедури налагодження. Створено програмну модель нейронної мережі для зменшення розмірності багатовимірних даних, яка характеризується високою швидкістю навчання та достатньою точністю. Запропоновано метод двоступеневої візуалізації на основі вдосконаленого варіанта ситуаційних карт особливостей, який дає змогу підвищити якість візуалізації на площині та одержати додаткові відомості про вхідні дані. Результати роботи використано для розв'язання задач оптимізації режиму в електроенергетиці та діагностування в стоматології.