



Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції
«Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

Handbook of the XXIV International Science Conference
«Ecology. Human. Society» (June 5, 2024, Kyiv, Ukraine)

ISSN (Online) 2710-3315

<https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.303623>

ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ

Олег МАШКОВ¹, Катерина МУХІНА²,
Тамара ОВОДЕНКО¹, Володимир ПРИСЯЖНИЙ³,

¹ Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, корп. 2, м. Київ, 03035, Україна

² Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського
Берестейський проспект, 37, м. Київ, 03056, Україна

³ Національний центр управління та випробувань космічних засобів
вул. Князів Острозьких, 8, м. Київ, 02000, Україна

e-mail: mashkov_oleg_52@ukr.net

Анотація. Розглядаються особливості створення та застосування інтелектуальної інформаційної системи для підтримки прийняття рішень в галузі екологічної безпеки на основі застосування апарату штучних інтелектуальних мереж. Визначено, що синтез моделей обробки інформації в інтелектуальній системі підтримки прийняття рішень в умовах розвитку екологічних процесів та впливу зовнішнього середовища на екосистему дозволяє вирішити проблеми створення баз знань, що еволюційно-самоорганізуються, а також систем адаптивного синтезу інформаційно-обчислювальних конфігурацій екосистем. Аналіз завдань, розв'язуваних інтелектуальною системою підтримки прийняття управлінських екологічних рішень, дозволяє виділити ряд особливостей: складність алгоритмів та велика кількість вихідних даних із суттєво різною структурою; наявність жорстких вимог щодо продуктивності обчислювальної системи, необхідність обчислень у режимі реального часу; потреба реалізації операцій між великою кількістю різномірних об'єктів, включаючи операції збурення динамічних об'єктів, з урахуванням складної структури відносин між класами об'єктів. Концепція інтелектуальної системи сформульована як узагальнення та розвитку традиційних моделей обробки інформації з урахуванням високопродуктивних засобів обчислень. При розробці концептуальної моделі сформульовано принципи побудови та особливості застосування інтелектуальних систем під час здійснювання екологічного моніторингу, прогнозування розвитку надзвичайних екологічних ситуацій та інтерпретації екологічної інформації. Серед цих принципів слід визначити наступні: адаптивність, багатопроцесорність та максимальну швидкість, відкритість, безперервність функціонування та живучість.

Ключові слова: екологічна безпека, моніторинг, інтелектуальна інформаційна система, екологічні рішення, штучна інтелектуальна мережа.

Актуальність теми. Порівняно нові наукові напрями досліджень - екологічна безпека, технологія захисту навколишнього середовища вивчають взаємодію суспільства з природним середовищем у процесі сталого розвитку. Фахівці у цій галузі вважають, що правильно організована планова діяльність підприємств та організацій, у тому числі успішно вибрані

системи захисту навколишнього середовища або природоохоронні заходи, дозволить вирішити проблему гармонійної взаємодії людини (суспільства) та природи [1].

У цьому напрямку є ефективним використання інтелектуальної технології експертної оцінки та підтримки прийняття рішень з метою її застосування при розробці систем прогнозування критичних ситуацій, зменшення витрат, пов'язаних з ліквідацією їх наслідків. Проведений аналіз існуючих у суспільстві умов, потребують розв'язання нових складних проблем управління технічними системами при дефіциті часу, фахівців та підвищення відповідальності керівників за прийняття ефективних рішень, свідчить про необхідність створення відповідних нових методів та інтелектуальних засобів.

Мета дослідження полягає у обґрунтуванні концепції створення інтелектуальної інформаційної системи для підтримки прийняття рішень в галузі екологічної безпеки на основі застосування апарату штучних інтелектуальних мереж.

Наукова новизна полягає у визначенні особливостей створення штучних інтелектуальних систем підтримки прийняття екологічних рішень для забезпечення екологічної безпеки екосистем на основі формування інтелектуального ядра системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень.

Суть дослідження.

У роботі розглядаються концептуальні питання побудови інформаційних систем, орієнтованих на підтримку прийняття екологічних рішень. Створено концептуальну схему інформаційних потоків, в результаті чого запропонована структура системи підтримки прийняття управлінських екологічних рішень з використанням штучного інтелекту. Запропоновано використовувати технології GRID, які є одним із перспективних напрямків розвитку програмного забезпечення багатокритеріального аналізу альтернатив та оптимізації. Під терміном система підтримки прийняття екологічних рішень (СППЕР) зазвичай розуміється інструментарій вироблення рекомендацій для особи, яка приймає рішення (ОПР), на основі ранжування кінцевої множини альтернатив (екологічних рішень) або оптимізації їх на нескінченній множині.

СППЕР допомагають вирішувати завдання, які традиційно вважають «інтелектуальними». Це діагностика проблемних екологічних ситуацій із різних галузей, формування, прийняття управлінських рішень. Такі завдання існували завжди, але сьогодні завдяки розвитку комп'ютерних систем їх вирішення стало практично можливим на основі формальних методів. Основні труднощі пов'язані з необхідністю одночасного обліку безлічі взаємозалежних чинників, які впливають на вирішення завдання, що призводило до великих інформаційних масивів, які не можна аналізувати «вручну». Крім того, широке практичне впровадження СППЕР стримувалося тим, що не всі організації, які хотіли б використовувати ці системи, мали достатні інформаційно-обчислювальні ресурси.

Здешевлення апаратного забезпечення, виникнення потужних систем управління базами даних та інструментальних засобів розробки програм змінило ситуацію. Зараз замовники подібних систем здебільшого мають або вже існуючу інформаційну базу, що зберігається в ЕОМ, або достатніми фінансовими ресурсами для її створення [2], [6]. Характерною рисою слабо структурованих завдань (екологічних рішень), які найбільше вимагають залучення СППЕР, є багатокритеріальність [3], яка полягає в тому, що якості прийнятих рішень не можна оцінити за допомогою єдиного скалярного показника і доводиться вдаватися до векторного критерію. Для вирішення труднощів ранжування і оптимізації альтернатив, що виникають при цьому, пропонується використовувати неформальні методи скаляризації, що спираються на судження ОПР.

Узагальнена база даних формується відповідно до загальних принципів побудови сховищ даних та знань. Для представлення структури управління програмними системами

використовуються різні формалізми, зокрема й мережі Петрі [4],[7]. Формальний апарат цих мереж призначений для моделювання впорядкування подій та потоку інформації.

Функціональний аналіз прикладних систем, що ґрунтуються на знаннях, зазвичай здійснюється в рамках міжнародного стандарту IDEF0[5],[8][9]. Така методологія дозволяє уявити формальну модель інтегрованої системи інтелектуальної підтримки моделювання та візуалізації в нотації стандарту IDEF0 у вигляді наступної узагальненої структури (рис. 1).



Рис. 1. Архітектура системи інтелектуальної підтримки екологічних рішень

Синтез моделей обробки інформації в інтелектуальній системі підтримки прийняття рішень в умовах розвитку екологічних процесів та впливу зовнішнього середовища на екосистему дозволяє вирішити проблеми створення баз знань, що еволюційно-самоорганізуються, а також систем адаптивного синтезу інформаційно-обчислювальних конфігурацій екосистем.

Програмний комплекс інтелектуальної підтримки прийняття рішень у задачах моделювання та візуалізації в інтелектуальній системі представлений на рис. 2.

Комплекс суттєво розширює функціональні можливості загальної структури, представленої на рис.1, та є системою розподіленого штучного інтелекту.

Інтелектуальна система поєднує формальні методи аналізу та інтерпретації інформації при вирішенні завдань динаміки складного об'єкта з евристичними методами та екологічними моделями, що базуються на досягненнях комп'ютерної математики, знаннях експертів, імітаційних моделях, накопиченому досвіді. Система включає ряд модулів, що взаємодіють між собою, виконують певні функції відповідно до загальної стратегії функціонування. Крім традиційних для систем інтелектуальної підтримки модулів, система містить модулі імітації, аналізу та прогнозу проблемної ситуації (моделювання), організації різних видів інтерфейсу.

Потік інформації, що реалізує концепцію системи підтримки рішень в інтелектуальній системі, наведено на рис.2. При цьому застосовуються наступні підсистеми: ISC – інтегрована підсистема управління обчисленнями; WDO - підсистема організації даних. SAI – пошук та

Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

забезпечення доступу до інформації; Q&S – контроль якості рішень; T&L – тестування та навчання; DSS – прийняття рішень.

Подані у вигляді правил трансформації знання (схемні правила) про методи розпаралелювання програм можна накопичувати та використовувати за допомогою підсистеми організації даних інтелектуальної системи.

Вихідні дані про поточну ситуацію при функціонуванні інтелектуальної системи отримують шляхом обробки апріорної інформації (рис. 3).

Обробка цієї інформації реалізується в режимі реального часу та дозволяє «налаштувати» інтелектуальну систему на вирішення завдань інтерпретації поточної ситуації.

Алгоритми аналізу та прогнозу ситуації дозволяють відновлювати поточні характеристики зовнішніх збурень та параметри екологічного об'єкта, а також побудувати фактичні значення функцій приналежності, що визначають логіку функціонування динамічної бази знань (оцінку небезпеки ситуації та прогноз її розвитку) на основі фактичних даних про стан зовнішнього середовища та екологічного об'єкта.

Система інтелектуальної підтримки прийняття управлінських екологічних рішень має такі відмінні властивості: складність розподіленою структурою (структурна складність); багатоцільовий характер перетворення інформації (функціональна складність); необхідність обліку та формалізації невизначеності (інформаційна складність); врахування особливостей розробки (проектна складність).

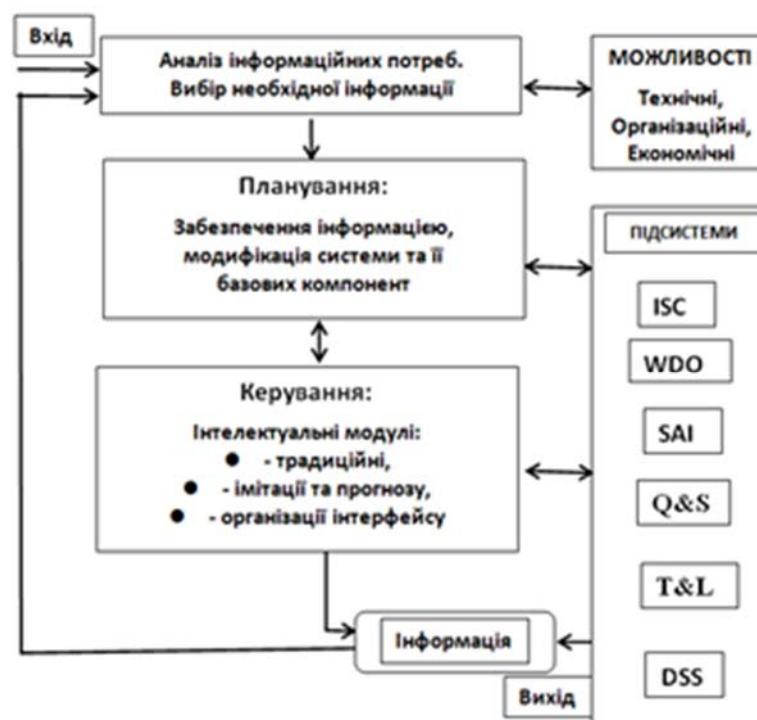


Рис.2. Потік інформації, що реалізує концепцію системи підтримки рішень в інтелектуальній системі



Рис. 3. Потік інформації у завданнях моделювання та візуалізації

Інформаційний простір, що надається системою інтелектуальної підтримки (рис. 4), забезпечує можливість взаємодії екологічних експертів під час вирішення завдань аналізу та інтерпретації екологічної інформації на всіх стадіях виконання екологічних розрахунків та моделювання екосистем при здійсненні екологічного моніторингу на розробки технологій захисту навколишнього середовища.



Рис. 4. Інформаційний простір системи інтелектуальної підтримки прийняття управлінських екологічних рішень

Інформаційна модель інтелектуальної підтримки моделювання та візуалізації екологічної інформації представляється як безліч екологічних моделей, що складаються з окремих наперед

Матеріали XXIV Міжнародної науково-практичної конференції «Екологія. Людина. Суспільство» (5 червня 2024 р., м. Київ, Україна)

визначених інформаційних моделей екологічних об'єктів. Адаптивна компонента (модуль адаптації), що забезпечує функціонування системи на базі інформаційної моделі, передає знайдене системою рішення ОПР для подальшого аналізу та інтерпретації. Прогнозування інформаційних потреб та інтелектуальної підтримки полягає у визначенні екологічної ситуації (нештатні, аварійні, катастрофічні екологічні ситуації, формуванні та перетворенні інформації з урахуванням особливостей ОПР та рівня його професійної майстерності.

Концепція інтелектуальної системи сформульована як узагальнення та розвитку традиційних моделей обробки інформації з урахуванням високопродуктивних засобів обчислень. При розробці концептуальної моделі сформульовано принципи побудови та особливості застосування інтелектуальних систем під час здійснювання екологічного моніторингу, прогнозування розвитку надзвичайних екологічних ситуацій та інтерпретації екологічної інформації. Серед цих принципів слід виділити адаптивність, багатопроекторність та максимальну швидкодію, відкритість, безперервність функціонування та живучість.

Інтелектуальна система має можливість еволюційного нарощування в умовах безперервної зміни динаміки об'єкта та зовнішнього середовища, приклад наведений на рис. 5.

Висновки.

Процес розробки концепції створення інтелектуальної інформаційної системи для підтримки прийняття управлінських рішень в галузі екологічної безпеки передбачає формалізацію наступних процесів: визначення особливостей автоматизації експертної обробки та процесу прийняття рішень в системах екологічного управління; формування архітектури системи інтелектуальної підтримки прийняття управлінських екологічних рішень та визначення потоків відповідних інформації в системі. Обґрунтована архітектура системи інтелектуальної підтримки прийняття управлінських екологічних рішень. Визначено, що система інтелектуальної підтримки має такі відмінні властивості: складність розподіленої структури (структурна складність); багатоцільовий характер перетворення інформації (функціональна складність); необхідність обліку та формалізації невизначеності (інформаційна складність); необхідність врахування особливостей розробки (проектна складність).



Рис.5. Інтеграція інтелектуальної системи зі сховищем даних екологічного об'єкта

Література:

1. Бондар О.І., Машков О.А., Міхеєв В.С. Системний підхід щодо створення системи підтримки екологічних рішень для забезпечення екологічної безпеки держави / Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: ДЕА, 2020.-№ 3(30), 2020, с. 30-38.
2. Васильєв В.І., Шевченко О.І. Штучний інтелект: Формування та впізнання образів. - Донецьк: Дон. ДНДІ, 2000, 360 с.
3. Машков О.А., Абідов С.Т., Іващенко Т.Г., Оводенко Т.С., Печений В.Л. Особливості екологічного прогнозування за допомогою штучних інтелектуальних систем підтримки прийняття управлінських рішень/ Екологічні науки: науково-практичний журнал. К.: ДЕА, - Випуск 1(46), 2023, № 5(44), с. 168-174.
4. Машков О.А., Іващенко Т.Г. Проблеми управління екологічною безпекою планованої діяльності за допомогою систем підтримки прийняття управлінських інформаційних екологічних рішень / Науковий часопис Академії національної безпеки, №3-4 (27-28) 2020, с. 7-34.
5. Офіційний сайт організації-розробника FuzzyGLIPS Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/projects/iit/fuzzy-reasoning.html>. — Загл. с екрана.
6. Шевченко О.І. Актуальні проблеми теорії штучного інтелекту. Київ, ІІШІ, Наука і освіта, 2003, 228 с.
7. Alyoubi V.A. Decision support system and knowledge-based strategic management // ELSEVIER. 2015. № 65 – С 278-284.
8. Khodashahri N.G, Sarabi M.H. Decision support system (DSS) // Singapore an journal of business economics and management studies. 2013. №6 – С 94-102.
9. Tripathi K.P. Decision support system is a tool forma king better decisions in the organization // Indian Journal of Computer Science and Engineering. 2017. № 21– С 112-117.

**FEATURES OF CREATING AN INTELLIGENT SUPPORT SYSTEM FOR
ENVIRONMENTAL DECISIONS**

Oleg MASHKOV

State Ecological Academy of Postgraduate Education and Management, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-9227-4647>

Kateryna MUKHINA

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-0867-8505>

Tamara OVODENKO

Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute, Ukraine
<https://orcid.org/0009-0004-9389-9357>

Volodymyr PRYSIAZHNYI

National Space Facilities Control and Test Center, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-7825-9037>

DOI: <https://doi.org/10.20535/EHS2710-3315.2024.303623>

Keywords: *environmental safety, monitoring, intelligent information system, environmental solutions, artificial intelligent networ.*

Abstract

The peculiarities of the creation and application of an intelligent information system to support decision-making in the field of environmental safety based on the application of artificial intelligent networks are considered. It was determined that the synthesis of information processing models in the intelligent decision support system in the conditions of the development of ecological processes and the influence of the external environment on the ecosystem allows to solve the problems of creating evolutionary self-organizing knowledge bases, as well as systems of adaptive synthesis of information and computing configurations of ecosystems. The analysis of the tasks solved by the intelligent support system for making managerial environmental decisions allows us to highlight a number of features: the complexity of the algorithms and a large amount of raw data with a significantly different structure; the presence of strict requirements for the performance of the computer system, the need for real-time calculations; the need to implement operations between a large number of disparate objects, including operations of perturbing dynamic objects, taking into account the complex structure of relations between classes of objects. The concept of an intelligent system is formulated as a generalization and development of traditional models of information processing, taking into account high-performance computing tools. During the development of the conceptual model, the principles of construction and features of the application of intelligent systems during environmental monitoring, forecasting the development of emergency environmental situations and interpretation of environmental information were formulated. Among these principles, the following should be identified: adaptability, multiprocessing and maximum speed, openness, continuity of operation and survivability.