

Магістрант Біскулова О.С., Копичко С.М.

**Національний технічний університету України
«Київський політехнічний інститут»**

АНАЛІЗ МЕТОДІВ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СЕРЕДОВИЩА

Abstract

*Oleksandra S.Biskulova, student; Sergiy M.Kopychko
Environmental modeling methods analysis*

This paper is devoted to the analysis of models which describe environment and processes in it. The objective of it is to identify the most appropriate models for environmental modeling taking into account their advantages and possibilities in the view of sustainable development goals. According to the set goals there were chosen criteria to compare different approaches to modeling environment's structure and problems.

Вступ

Однією з компонент концепції сталого розвитку є стан екологічного середовища, з яким безпосередньо пов'язані здоров'я, рівень та якість життя населення та економічне зростання суспільства. Проблема оцінювання та моделювання екологічної складової вектора сталого розвитку є специфічною для конкретної території та носить системний характер.

Стратегічні питання екології потребують для вирішення відповідного інструменту – системи підтримки прийняття рішень (СППР), що може в динаміці моделювати поведінку досліджуваної системи при внесенні зовнішніх та керуючих впливів, виявляти позитивні та негативні тенденції, на ранніх етапах ідентифікувати небезпечні та конфліктні ситуації, допомагати у прийнятті раціональних рішень для певної території.

Постановка задачі

В даній статті будуть розглянуті моделі та методи моделювання екологічного середовища, обрані критерії для порівняння моделей на основі висунутих цілей, проведений порівняльний аналіз в контексті застосовності моделей для опису структури, проблем та цілей досліджуваного об'єкта.

Підходи до моделювання стану екологічного середовища

Найбільш розповсюдженим методом дослідження та спостереження за станом екології є моніторингові системи [1], засновані на зборі статистичної інформації певних показників та застосування класичних методів теорії ймовірності для побудови прогнозів зміни стану екологічного середовища.

Іншим підходом у моделюванні даної проблемної області є аналітичне дослідження екологічних процесів у вигляді систем диференціальних рівнянь. Перераховані методи виконують опис (дають характеристику) лише певних аспектів екосистеми та навколишнього середовища існування людини. Великі надії в моделюванні слабкоструктурованих систем, якою є екологічне середовище, дає системний підхід [2] та методи, що його використовують: мультиагентні системи, когнітивне моделювання. При побудові СППР також використовується теорія нечіткої логіки [3], що використовує когнітивні карти для опису взаємозв'язків предметної області. Застосування когнітивних технологій в економіко-соціальной сфері [4] дозволяє в короткі строки розробити й обґрунтувати стратегію економіко-соціального розвитку з урахуванням впливів зовнішнього середовища, тому є доцільним зробити спробу застосування даної методики до екологічної сфери.

Критерії ефективності застосування моделей для реалізації системи підтримки прийняття рішень

Аналіз найбільш останніх публікацій з проблем стійкого розвитку суспільства виявив наступні п'ять методологічних критеріїв, які потрібно брати до уваги при розробці СППР [5]:

- Міждисциплінарний підхід;
- Управління невизначеностями;
- Довгострокова перспектива (спадщина для наступних поколінь);
- Глобально-локальна перспектива («думати глобально, вирішувати локально»);
- Участь результатів моделювання у виробленні політики.

У таблиці 1 представлений порівняльний аналіз методів за перерахованими критеріями.

Таблиця 1. Аналіз методів

	Міждисциплінарний підхід	Управління невизначеностями	Довгострокова перспектива	Глобально-локальна перспектива	Участь результатів моделювання у виробленні політики
Моніторинг	Для систем моніторингу обирається певна система, для якої накопичуються значення індикаторів та показників	Статистичні методи здатні оцінити кількісні невизначеності	Застосовуються класичні методи теорії ймовірності для побудови короткострокових прогнозів та ранньої діагностики	Вирішуються питання переважно локального характеру.	Дані систем моніторингу можуть використовуватися для діагностики певної проблеми, але не давати глибокого розуміння процесів та співвідношення з цілями ЛПР
Аналітичне моделювання	Враховуються закономірності та зв'язки в певній галузі знань	Здатні оцінити кількісні невизначеності	Розробка короткострокових та довгострокових прогнозів в певній описуваній сфері.	Основною задачею є моделювання стану системи, з урахуванням певних значень характеристик, що враховуються аналітичними виразами. Орієнтовані на вирішення локальних питань певної області знань	Результати моделювання не є наглядними для ЛПР, тому для реалізації СППР потрібна їх інтерпретація
Мульти-агентні системи	Реалізується за рахунок структури даної системи, яка собою представляє комплекс автономних елементів, що взаємодіють один з одним та штучним середовищем	Кількісні невизначеності оцінюються на рівні кожного агента. Система взагалі існує в умовах невизначеності середовища	Можлива реалізація основних цілей концепції сталого розвитку суспільства	За структурою побудови даної системи є можливість реалізації глобальних цілей, вирішення яких буде розбито на локальні цілі агентів.	Метод досить прозорий для ЛПР
Когнітивне моделювання	Повністю реалізується за методом побудови та застосування.	Невизначеності структури та зв'язків системи, умов навколишнього середовища, цілей складної системи та критеріїв вибору управлінського рішення враховуються при когнітивному моделюванні	Опис складної системи за допомогою когнітивної карти, на якій проводиться імітаційне моделювання дає можливість будувати довгострокові прогнози, засновані на цілях концепції стійкого розвитку	Аналіз проблем, пов'язаних з функціонуванням та розвитком складної системи, що відображаються за допомогою когнітивної карти, дає можливість врахування глобальних цілей та вироблення локальних дій для	Метод досить прозорий для ЛПР

			суспільства	її досягнення	
Теорія нечіткої логіки	Реалізується для динамічних систем, що використовують теорію нечіткої логіки для оцінювання зв'язків між елементами системи, що описується когнітивною картою.	Надаючи апарат визначення чисельних значень нечіткості, знаходження виразів з елементами невизначеності, нечітка логіка дає можливість знаходити рішення навіть у випадках нестачі даних чи невпевненості в точному результаті при заданих умовах.	Цілі моделювання залежать від ЛПР, їх орієнтація на довгострокову перспективу невизначена.	СППР на основі даного підходу орієнтовані на знаходження оптимального розв'язку задач, визначених локальними цілями.	Функції ЛПР в системі багатокритеріального управління з моделлю системи переваг зводяться до формулювання інтегрального критерію, що характеризує бажану поведінку системи, або задання цілей керування.

Висновки

Оскільки нас цікавить моделювання стану екологічного середовища в контексті сталого розвитку, тому найбільш вагомими критеріями є врахування довгострокової перспективи, міждисциплінарний підхід та зв'язок моделі з виробленням стратегії розв'язку глобальних проблем ЛПР. Даним вимогам найбільше відповідають моделі, що базуються на когнітивному підході та мультиагентних системах, однак недоліком останніх є складність реалізації.

В подальшій роботі планується застосувати метод когнітивного моделювання екологічного середовища для прибережної території АР Крим для визначення сукупності можливих сценаріїв її розвитку.

Література

1. *Ільків Л.А.* Система екологічного моніторингу довкілля в Україні // Шоста Всеукраїнська науково-практична інтернет-конференція Сучасна наука в мережі інтернет. 25-27 лютого 2010.
2. *Згуровский М.З., Доброногов А.В., Померанцева Т.Н.* Исследование социальных процессов на основе методологии системного анализа. – К.: Наукова думка, 1997. – 221 с.
3. *Силов В.Б.* Принятие стратегических решений в нечеткой обстановке. – М.: ИНПРО – РЕС, 1995. – 228 с.
4. *Горелова Г.В.* Когнитивный анализ и моделирование устойчивого развития социально-экономических систем // Г.В. Горелова, Е.Н. Захарова, Л.А. Гинис. - Ростов н/Д: Изд-во Рост, ун-та, 2005. - 288 с.
5. *Paul-Marie Boulanger.* Models for policy-making in sustainable development: the state of the art and perspectives for research // Ecological Economics. Volume 55, Issue 3, 15 November 2005, Pages 337-350