УДК 519.876:55.435.62(477.75)

В.М. ТАРАН[*]

МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ АНАЛІЗУ І ПРОГНОЗУВАННЯ СКЛАДНИХ ПРОЦЕСІВ

[*]Республіканський вищий навчальний заклад «Кримський гуманітарний університет», Ялта, Україна

Анотація. *Проаналізовано моделі та методи, які застосовуються до моделювання та прогнозування складних процесів. Наведено класифікацію моделей та основних методів прогнозування. Для отримання об'єктивного прогнозу запропоновано використовувати одночасно декілька методів та моделей.*
Ключові слова: *моделі та методи прогнозування, моделювання, складні процеси.*

Аннотация. *Проанализированы модели и методы, которые применяются к моделированию и прогнозированию сложных процессов. Приведена классификация моделей и основных методов прогнозирования. Для получения объективного прогноза предложено использовать одновременно несколько методов и моделей.*
Ключевые слова: *модели и методы прогнозирования, моделирование, сложные процессы.*

Abstract. *Models and methods models which are used to the design and forecasting of difficult processes are analyzed. Classification of models and basic methods of forecasting is shown. It is suggested for the receipt of objective prediction to utilize a few methods and models at the same time.*
Keywords: *models and methods of forecasting, design, difficult processes.*

1. Вступ

Проблема прогнозування та передбачення складних процесів, зокрема, надзвичайних природних явищ, що призводять до катастрофічних наслідків, в останні роки набуває все більшої актуальності та досліджується багатьма науковцями, проте й досі є не вирішеною. Метою даної статті є аналіз та класифікація методів і моделей прогнозування й передбачення складних процесів, а також засоби їх використання.

2. Основний матеріал і результати

В основі природних катастроф лежать закономірні геологічні, геофізичні та інші процеси, що відбуваються в оболонках Землі (атмосфері, гідросфері, земній корі, мантії й ядрі) та зазнають впливу сонячних, космічних факторів і техногенної діяльності людини. Останні фактори можуть спричиняти або прискорювати чи посилювати природні катастрофічні явища, так звані складні стохастичні процеси. Основою моніторингу цих процесів є мережа спостереження щодо режиму їх розвитку та факторів, що їх обумовлюють (природних і техногенних). Об'єктами моніторингу складних процесів є окремі їх прояви або групи проявів, що становлять базу для моделювання та прогнозування процесів, які розвиваються в умовах випадкових збурень різного характеру. Таким чином, проблема визначення моделей та методів аналізу, моделювання та прогнозування складних природних процесів, що призводять до катастрофічних наслідків, вимагає в певних випадках застосування нетрадиційних підходів.

Згідно з класифікацією, всі проблеми підрозділяються на три класи:

1) добре структуровані (well-structured) або кількісно сформульовані проблеми, в яких істотні залежності з'ясовано дуже добре;

2) неструктуровані (unstructured) або якісно виражені проблеми, що містять лише опис найважливіших ресурсів, ознак і характеристик, кількісні залежності між якими фактично невідомі;

© Таран В.М., 2014

3) слабко структуровані (ill-structured) або змішані проблеми, які містять як якісні елементи, так і маловідомі, невизначені аспекти, які мають тенденцію домінувати [1].

Проблема моніторингу, моделювання та прогнозування складних стохастичних процесів належить до класу слабко структурованих проблем (визначено певний клас кількісно сформульованих задач і є проблеми з невизначеними аспектами або з невідомими залежностями). Для вирішення добре структурованих проблем, які можна кількісно виразити, використовується відома методологія дослідження операцій, яка полягає в побудові адекватної математичної моделі (наприклад, моделі лінійного, нелінійного, динамічного програмування, моделі теорії масового обслуговування, теорії ігор тощо) і застосуванні методів для пошуку оптимальної стратегії управління цілеспрямованими діями.

Модель (від латинського modulus – міра) – це заміщувач об'єкта дослідження, що знаходиться з ним в такій відповідності, яка дозволяє отримати нове знання про цей об'єкт; є прагматичним засобом, засобом керування, засобом організації практичних дій, способом представлення зразково правильних дій та їх результату, тобто робочим представленням цілей [2]. Моделювання – метод опосередкованого пізнання за допомогою штучних або природних систем, які зберігають деякі особливості об'єкта дослідження, що дає можливість отримати нове знання про об'єкт-оригінал [2]. Задачу побудови математичної моделі супроводжує ряд проблем, серед яких можна виділити такі [3]:

– вибір структури моделі (функції $F\left(x,a\right)$);

– оцінювання вектора коефіцієнтів моделі a;

– вибір критерію оцінки якості моделі D.

Всі ці задачі тісно пов'язані між собою: вибираючи структуру моделі, потрібно оцінювати її якість, а щоб оцінити якість моделі, необхідно знайти її коефіцієнти. Виділяють такі методи побудови математичних моделей: аналітичний; статистичний (експериментальний); експериментально-аналітичний.

Класифікацію моделей наведено на рис. 1 [4].

Інтелектуальні системи як єдине ціле реалізуються за допомогою таких основних моделей:

– модель будови (Мб), яка реалізує відношення «частина-ціле» та представляється теоретико-множинною операцією об'єднання:

$$A = \bigcup_{i \in I} A_i,$$

де I – індексна множина, A_i – елементи, що складають систему A;

– модель функціонування $\left(M_f\right)$, що визначає процеси досягнення цілей об'єктом, які здійснюються його складовими та є відображеннями:

$$F: < P, C_c^t, S_s^t, X^{t-1} > \rightarrow Y^t,$$

де t – момент часу функціонування системи, P – вектор прикладних задач, які вона повинна вирішувати, C_c^t – її структура в момент часу t, S_s^t – стратегія управління, X^{t-1} – стан системи в момент часу $t-1$, Y^t – її вихід у момент часу t;

– модель розвитку $\left(M_p\right)$, яка описує адаптивні процеси системи в зовнішньому середовищі за допомогою відображення:

$$\Phi: < E, P > \rightarrow < E_e, E_f, E_o, R >,$$

де E і P – нові цілі та процеси ціледосягання, які визначають наявність у структурі системи елементів E_e, що беруть на себе нові функції E_f та за допомогою нових операцій E_o приводять до розробки нових нестандартних рішень R [3].

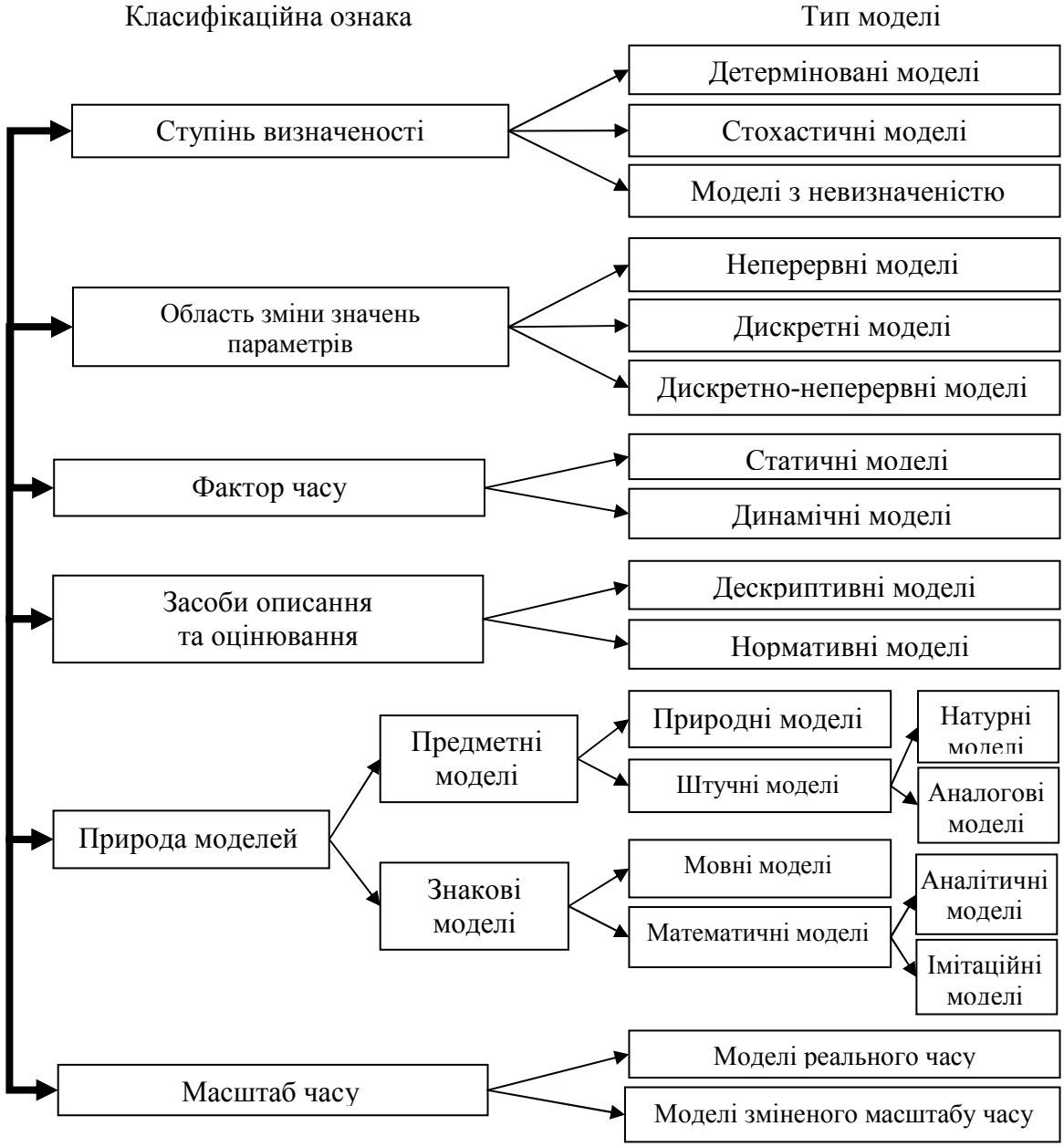

Рис. 1. Класифікація моделей складних систем

Постановка будь-якої задачі полягає в тому, щоб перевести її словесний, вербальний опис у формальний. Існуючі методи формування дають різний ступінь формалізації. Якщо проранжувати їх за цією властивістю, можна побудувати умовну шкалу методів (рис. 2) [3].

Цей спектр методів розділяють на два класи:

• методи формалізованого представлення систем (для простоти називатимемо їх формальними методами);

• методи, направлені на активізацію використання інтуїції та досвіду фахівців (для простоти називатимемо їх евристичними методами).

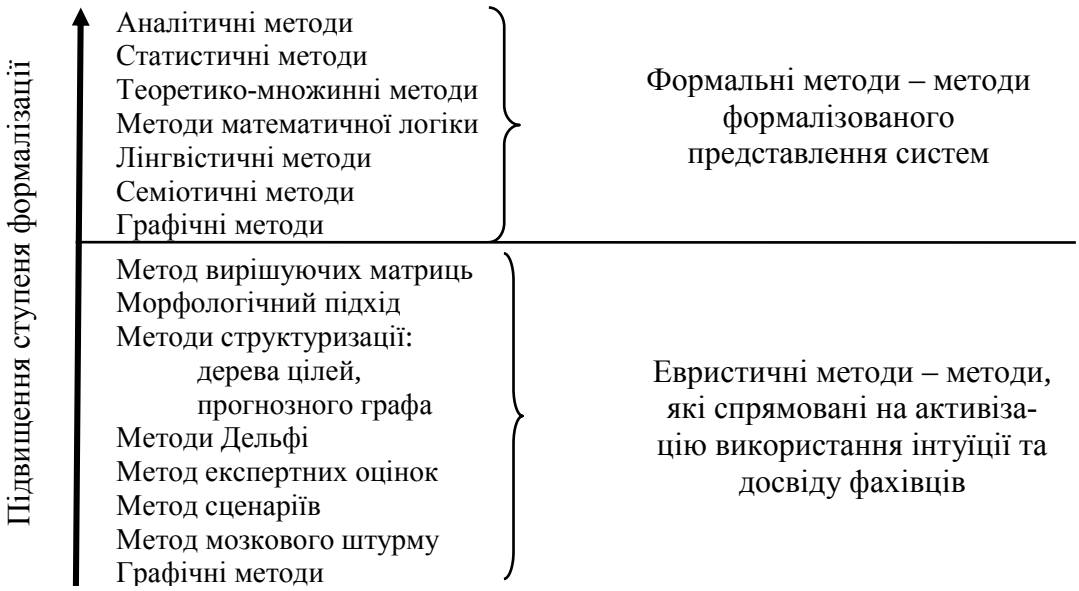

Рис. 2. Шкала методів

Необхідно відзначити, що строгого розділення на формальні і неформальні методи не існує. Можна говорити тільки про більший або менший ступінь формалізованості. (Системний аналіз іноді визначають як «формалізований здоровий глузд»).

Формальні методи можна розбити відповідно до класифікації Ф.Е. Темника на такі групи [3]:

1. Аналітичні методи:

• методи класичної математики, включаючи інтегрально-диференційне числення, методи пошуку екстремумів функцій, варіаційне числення тощо;

• методи математичного програмування;

• методи теорії ігор.

2. Статистичні методи:

• теоретичні розділи математики: теорія ймовірностей, математична статистика;

• напрями прикладної математики, що використовують стохастичні моделі: теорія масового обслуговування, методи статистичних випробувань, методи висунення і перевірки статистичних гіпотез А. Вальда та інші методи статистичного імітаційного моделювання.

3. Методи дискретної математики: теоретико-множинні, логічні, лінгвістичні, семіотичні методи;

4. Графічні методи, що включають теорію графів і різного роду графічні представлення інформації типу діаграм, гістограм тощо.

До графічних методів можна віднести методи структурного системного аналізу і об'єктного моделювання.

Методи, направлені на активізацію використання інтуїції та досвіду фахівців, активізують виявлення і узагальнення думок досвідчених фахівців-експертів, які здійснюють експертні оцінки. Експерт – це кваліфікований фахівець у досліджуваній області. Експертні оцінки – це кількісні та якісні оцінки процесів і явищ, що виконуються експертами на основі суб’єктивних висновків.

Класифікацію методів, направлених на активізацію інтуїції та досвіду фахівців, можна визначити таким чином:

• методи індивідуальної експертизи;

• методи групової експертизи (метод номінальних груп, методи типу «мозкової атаки» або колективної генерації ідей);

• методи вироблення колективних рішень (експертне фокусування, метод комісій, метод інтеграції рішень, «Консиліум», метод аналізу конкретних ситуацій, Балінтова сесія, метод «метаплан», метод «за – проти», метод ролей, блокові методи, дискусія з розділенням інтелектуальних функцій, методи типу «сценаріїв», методи типу Дельфі, метод синектики);

• методи структуризації;

• морфологічні методи (метод заперечення і конструювання, метод систематичного покриття поля, метод морфологічного ящика та ін.);

• методи організації складних експертиз (методика ПАТЕРН, метод вирішальних матриць).

На рис. 3 наведено найбільш поширені методи.

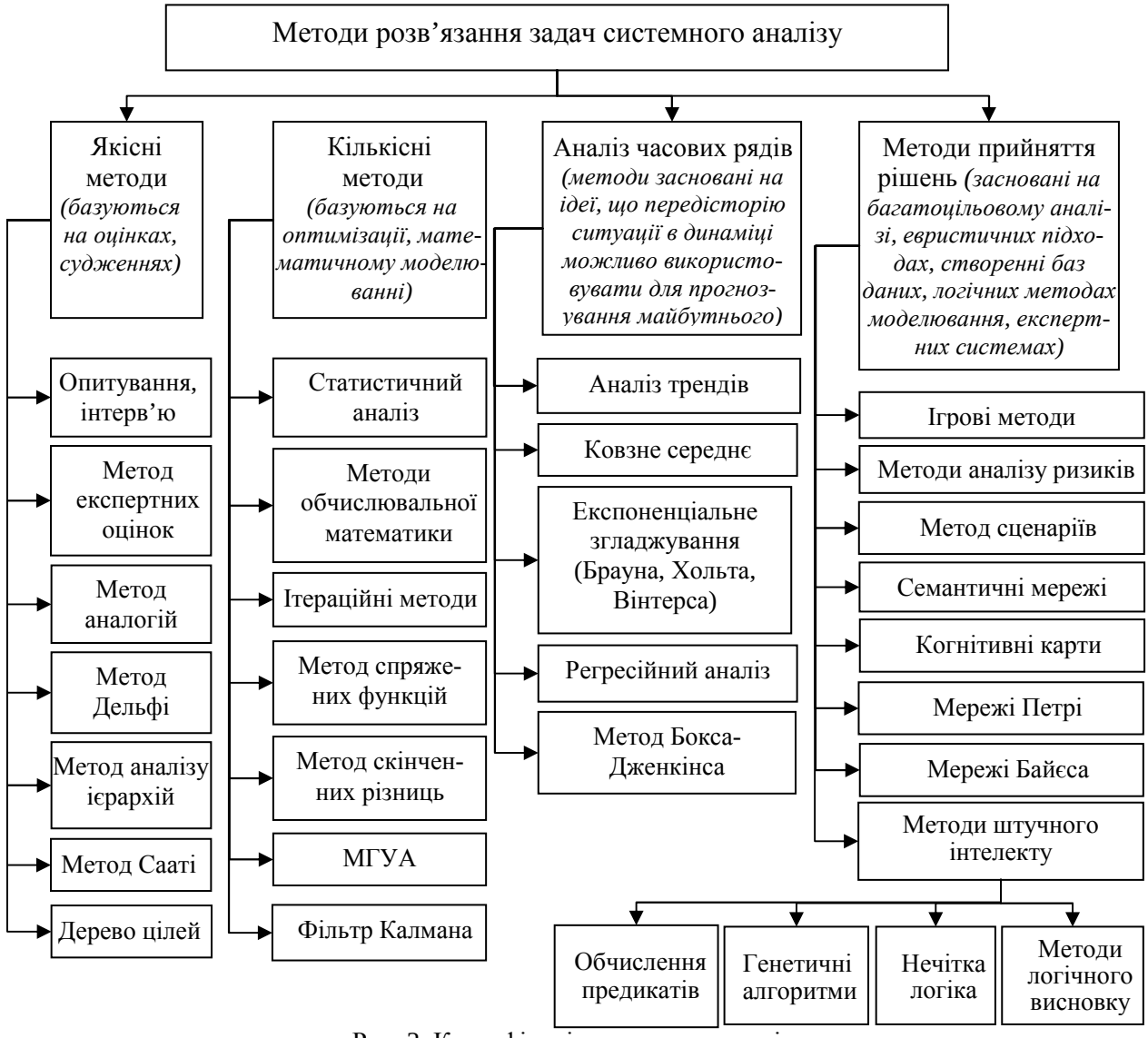

Рис. 3. Класифікація основних методів

На вищенаведеному рисунку відображено чотири групи методів: якісні (що базуються на оцінках та судженнях експертів), кількісні (що базуються на оптимізації та математичному моделюванні), аналізу часових рядів (що використовують передісторію протікання певного процесу для його прогнозування) та прийняття рішень (що засновані на ба-

гатоцільовому аналізі, евристичних підходах, створенні баз даних, логічних методах моделювання, експертних системах). Кожна група методів використовує спеціальні методи, для яких розроблені певні моделі та алгоритми їх застосування.

3. Висновки та перспективи подальших досліджень

Таким чином, для прогнозування складних природних процесів пропонується використовувати моделі та методи, що ґрунтуються на різних алгоритмах дослідження та використання: якісні й кількісні методи, методи аналізу часових рядів та прийняття рішень, а також класичні методи штучного інтелекту (зокрема, генетичні алгоритми), метод комплексування аналогів, метод моделей Байєса (мережі довіри Байєса), регресійні авторегресійні та нелінінійні багатофакторні моделі [5]. В подальших дослідженнях планується порівняти результати моделювання та прогнозування за даними багаторічних спостережень складних природних процесів на базі різних методів та моделей і обраних критеріїв, за якими ці моделі і методи оцінюються.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Згуровский М.З. Стратегия инновационной деятельности на основании методологии технологического предвидения / М.З. Згуровский, Н.Д. Панкратова // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2010. – № 2. – С. 103 – 112.
2. Згуровський М.З. Основи системного аналізу / М.З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. – К.: Видавнича група BHV, 2007. – 544 с.
3. Катренко А.В. Системний аналіз об’єктів та процесів комп’ютеризації: навч. посібник / А.В. Катренко. – Львів: «Новий світ – 2000», 2003. – 424 с.
4. Гнатієнко Г.М. Експертні технології прийняття рішень: монографія / Г.М. Гнатієнко, В.Є. Снитюк. – К.: ТОВ «Маклаут», 2008. – 444 с.
5. Таран В.М. Практичне впровадження розроблених методів прогнозування зсувних процесів Південного берега Криму / В.М. Таран // Вісник НТУ «ХПІ» MicroCAD. – 2010. – № 21. – С. 162 – 172.

Стаття надійшла до редакції 14.01.2014