

Методи моделювання при прогнозуванні ТС

При прогнозуванні розвитку ТС широко застосовуються різноманітні методи моделювання, на підставі яких розробляються моделі прогнозу. Модель прогнозу є залежністю або сукупністю залежностей, які дають опис закономірностей ходу процесу в майбутньому. Результатом реалізації моделі є прогноз, який подається у вигляді таблиць, графіків, монограм.

У математичному моделюванні прогнозування розвитку ТС намітилися два основні підходи: прогноз розвитку на основі емпіричних даних, що представляються у вигляді поліноміальних моделей; прогноз розвитку на основі

розв'язку певного деякого диференціального рівняння (диференціальна модель).

Поліноміальна модель застосовується, якщо залежності вихідних змінних від часу представляються звичайними рівняннями алгебри. Для їх визначення використовують експериментальні дані, обробляючи їх, наприклад, методом найменших квадратів. (див. п.6.3).

Як диференціальна модель найчастіше приймають залежності вигляду

$$y' = a_1(t)y + a_2(t)y^2, \quad (11.1)$$

де коефіцієнти a_1 і a_2 при вихідній змінній залежать від часу t . Якщо б не була функція $y(t)$, майже завжди можна вибрати функцію $a_1(t)$, за якої $y(t)$ буде результатом

розв'язку звичайного диференціального рівняння

$$y' = a_1(t)y. \quad (11.2)$$

У рівнянні (11.2) слід допустити

$$a_1(t) = y'(t)_y / a \quad (3)$$

умови $y(t) \geq 0$). Крім того, пропонується функція

$$y = L \left(a + e^{be^{at}} \right)^{-1}, \quad (11.3)$$

де L, a, b, \square - числа, пов'язані з розв'язком рівняння

(11.2) при

$$a_1(t) = \frac{b e^{bt}}{a + e^{bt}}.$$

Функцію (11.3) слід розглядати як результат розв'язку рівняння (11.2) за заданих параметрах коефіцієнта. Основна мета такого підходу – моделювання трьох етапів розвитку системи: початкової стадії, стадії інтенсивного планового розвитку і стадії згасання.

Вельми перспективним, на думку фахівців з системотехніки, є також прогнозування на основі нейронних мереж. Завдання експерта полягає у перерахуванні чинників, які впливають на прогнозований параметр і підібрати достатнє число ознак, які характеризували б поведінку системи у минулому. Нейронна мережа сама зорієнтується на

задану сукупність параметрів, зменшивши до мінімуму сумарну помилку прогнозування. Крім того, аналіз мережі дозволяє знаходити приховані зв'язки між вхідними і вихідними змінними, що буває часто неможливо при використанні традиційних методів.

Нейронна мережа – це сукупність елементів – штучних нейронів, пов'язаних між собою синоптичними зв'язками (рис. 11.6). Мережа обробляє вхідну інформацію і у процесі зміни свого статусу формує сукупність вихідних сигналів.

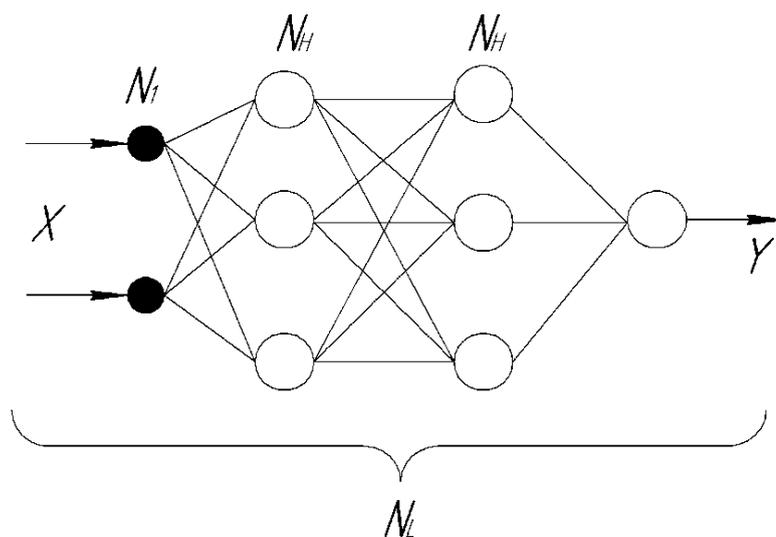


Рисунок 11.6 – Приклад структури нейронної мережі: N_i – число нейронів у вхідному шарі; N_H – число нейронів у кожному прихованому шарі; N_o – число вихідних нейронів;

N_L – певна кількість у мережі; X – вектор вхідних сигналів мережі; Y – вектор вихідних сигналів

- Вирішення завдань за допомогою нейронної мережі передбачає:
1. Формування компонентів вхідного вектора X .
 2. Вибір вихідного вектора Y так, щоб його компоненти дозволяли дати повний опис поставленого завдання.
 3. Проведення

призначень на вихідну сукупність (підбір параметрів мережі, що забезпечують розв'язок задачі найкоротшим шляхом). 4. Подача на вхід мережі умов завдання і найновіших даних про структуру вектора X . Вихідний вектор Y дасть формалізований розв'язок задачі.

Ще одним підходом у вирішенні завдань прогнозування є використання диференціально-

поліноміальних моделей розвитку систем. S -подібна крива (див. рис.1.1) моделюється частково-безперервними функціями.

Стверджується, що функція $y(t)$ є функцією класу S

на ділянці t_1 тоді і тільки тоді, якщо $y(t)$ є розв'язком

задачі Коші $y(t)$ $f(t)$ при $y(t_1) = y_0$ і $y'(t_1) = y'_0$, $y_0 \geq 0$

$y'_0 > 0$, а $f(t)$ - зростаюча безперервна функція, яка може

бути, наприклад, представлена поліномом

$$f(t) = a_3 t^3 + a_2 t^2 + a_1 t + a_0.$$

2 Прогнозування на основі аналізу інформаційних даних

Інформація про ТС може носити словесну, буквено-цифрову, графічну форми. Вона підрозділяється на дві групи: описову (словесну і візуальну) і документальну. Подається інформація у вигляді інформаційних кадастрів. Опис функціонування ТС припускає забезпечення: повноту кадастру; необхідного рівня достовірності; регулярності поповнення (інформаційний кадастр повинен бути актуальним). Крім того, інформація повинна бути функціонально направленою на вирішення поставлених завдань при прогнозуванні.

Обробка даних в інформаційних системах визначається діями, пов'язаними з їх підготовкою, модифікацією і переробкою. Інженерне прогнозування, як правило починається з призначення мінімального об'єму

інформації (кількість джерел інформації) V і глибини

min

ретроспективи (часу) t_{\min} , необхідних для достовірного прогнозування.

При оцінці параметрів ТС застосовують три класичні значення значущості і відповідно три значення достовірності:

$$d = 5\%, (\alpha = 0,05), g = 95\%;$$

$$d = 1\%, (\alpha = 0,01), g = 99\%;$$

$$d = 0,1\%, (\alpha = 0,001), g = 99,99\%.$$

Проте для завдань прогнозування це дуже жорсткі вимоги. Тому в інженерному прогнозуванні використовуються інші значення рівня значущості і достовірності:

$$d = 15\%, (\alpha = 0,15), g = 85\%;$$

$$d = 20\%, (\alpha = 0,2), g = 80\%;$$

$$d = 50\%, (\alpha = 0,5), g = 50\%.$$

Основною оцінкою у прогнозуванні, як правило, є точність (див.рис.11.4). При аналізі варіантів прогнозування доцільно розглядати на кожному тимчасовому інтервалі отримання оцінок з точністю 50%, 80%, 85%, 95%, 99%. За відсутності достовірної вхідної інформації допускається точність 50%.

Мінімальний об'єм інформації може бути розрахований на основі закону великих чисел П.Л. Чебишева

$$V_{\min} = k / \alpha^2.$$

При прогнозуванні зазвичай приймають $k = 4b$.

Цифра 4 відповідає мінімальному числу точок на площині, які необхідні для побудови графіка (кривої), що ілюструє зміну параметрів як функції часу. Параметр b відповідає числу елементів міжнародної патентної класифікації. Таким чином, мінімальний об'єм інформації визначається

$$V_{\min} = 4b / \square .$$

Так, при $b=5$ і значенні параметра точності 99%

$V_{\min} = 2000$, а за точності 50% відповідно - $V_{\min} = 40$.

При проведенні прогнозних досліджень часто необхідно досягти точності прогнозування на рівні 80...90%. Для цього об'єм інформації повинен бути не меншим 200.

Короткострокове прогнозування забезпечується в основному інформацією про досягнення конструкторських розробок, середньострокове – про патенти, довгострокове – інформацією різного вигляду (статті, реферати, патенти, дисертації, наукові відкриття), особливо довгострокове – інформацією всіх видів, включаючи дані експертів і винаходів.

З відомих методів інформаційного прогнозування сьогодні найширше застосовуються методи: якісного перетворення патентної інформації; якісно-кількісного аналізу динаміки видачі патентів; науково-технічного

прогнозування на основі патентної інформації; прогнозування розвитку техніки на основі оцінки інженерно-технічної значущості винаходів; оцінки рівня науково-технічних розробок і тенденцій їх розвитку.

Метод якісного перетворення патентної інформації був запропонований В.Д. Васильєвим. В основі методу лежить можливість на базі детального аналізу форми текстів опису і малюнків патентів зарубіжних фірм створити прогноз рівня розробок даної фірми.

Метод якісно-кількісного аналізу динаміки видачі патентів запропонований Б.Н. Тардовим. На його основі визначаються тенденції розвитку науково-технічного прогресу. Цей метод базується на законі прискореного розвитку техніки і є процедурою екстраполяції тенденцій, які виявлені при аналізі динаміки патентування.

Метод науково-технічного прогнозування на основі патентної інформації розроблений В.А. Обуховим. В основі методу лежить ідея оцінки патентів за n - бальною системою з подальшим зведенням оцінок до двох критеріїв, які характеризують цінність і перспективність винаходів. При цьому визначаються два показники: технічна значущість винаходів T (коефіцієнт повноти) і показник рентабельності

R. В результаті аналізу патентів і призначених коефіцієнтів інженерно-технічної значущості ми можемо визначити: яка інженерно-технічна значущість одного патенту; з'ясувати перспективу впровадження у промисловість і цінність цього патенту за кордоном; привести патенти до вигляду, який дозволяє їх порівнювати; застосувати ЕОМ для масової обробки патентів.

Метод прогнозування розвитку техніки на основі оцінки інженерно-технічної значущості винаходів запропонований В.Г. Гмошинським. Він включає три етапи: висновок за оцінкою окремого патенту за новизною; виділення конкурентних груп патентних рішень і визначення перспективності кожної з цих груп; висновок за оцінкою рівня патентів в суміжних галузях техніки.

Метод оцінки рівня науково-технічних розробок і тенденцій їх розвитку запропонований І.Ю. Зборовським. Він базується на вивченні патентів з виділенням їх якісних характеристик. Для характеристик особливо важливо з'ясувати, наприклад, технічний рівень винаходів, широту проблеми, цілісність винаходу, його ефективність.

