

Побудова економіко-математичної моделі планування випуску нового виробу на базі нейронних мереж

Представлена детальна схема моделі нейронної мережі для задачі оптимізації варіантів сценаріїв випуску нового виробу. Розглянуті особливості алгоритмів навчання нейронних мереж.

нейронна мережа, економіко-математична модель, випуск

Необхідність організації діяльності промислових виробничих підприємств стає все більшою в умовах нинішнього економічного розвитку країни. Саме завдяки оперативному плануванню виробничої діяльності в значній мірі залежить успішне виконання замовлень клієнтів, що забезпечує достатній рівень попиту на продукцію підприємства. Успішне розв'язання цих задач дозволить підтримувати на високому рівні конкурентоспроможність всієї номенклатури виробів, що пропонує дане підприємство. Застосування комплексного підходу до організації діяльності дає можливість підприємству аналізувати і обробляти оперативну інформацію, яка надходить з усіх підрозділів і використовувати її при прийнятті важливих управлінських рішень.

В наш час промисловим виробничим підприємствам для підтримки на належному рівні своєї конкурентноздатності необхідно виконувати різні замовлення клієнтів, в багатьох випадках змінювати номенклатуру продукції, що випускається, або збільшувати асортимент власних виробів. Тобто підприємствам необхідно пристосовуватись до різних замовлень клієнтів, значну частину яких складають нові види продукції.

Таким чином, актуальною задачею є розробка на підприємстві комплексних заходів по управлінню та контролю запуску у виробництво нових виробів. Забезпечення комплексного аналізу можливо при впровадженні і використанні на підприємстві інтегрованої інформаційної системи. Дана система з одного боку повинна виконувати функції збору та накопичення оперативної інформації по всіх підрозділах підприємства, з другого – функції обробки даної інформації, представлення її у необхідному вигляді керівництву, планування та прогнозування необхідних показників, за допомогою яких можна визначитися з оптимальним варіантом організації діяльності виробничого підприємства.

Для збільшення номенклатури продукції, а також успішного випуску необхідних виробів, значну частину з яких складають нові види, на підприємстві пропонується впровадити організаційно-економічний механізм обґрунтування випуску нової продукції [1]. Даний механізм побудовано з урахуванням комплексного підходу до організації діяльності промислового підприємства. Розглянута інтегрована інформаційна система є невід'ємною складовою частиною даного організаційно-економічного механізму.

В цьому організаційному механізмі є декілька етапів обробки інформації щодо обґрунтування випуску нового виробу. Основними є етапи інформаційної підготовки процесу запуску у виробництво нової продукції, вибору критеріїв визначення оптимального використання ресурсів, а також найбільш важливий з цих етапів – формування сценарію запуску у виробництво нової продукції. Даний етап передбачає наявність декількох варіантів сценаріїв.

Для визначення конкретного сценарію по обраному критерію оптимального використання ресурсів необхідно розробити відповідну економіко-математичну модель. Ця модель потрібна для того, щоб виконувати оптимізацію, а також прогнозувати за обраним критерієм найліпший варіант запуску у виробництво нового виробу. До того ж необхідно, щоб створена модель виконувала свої функції в умовах застосування інтегрального критерію, тобто давала можливість отримання і оптимізації одночасно декількох результатів.

Враховуючи переваги нейронних мереж перед іншими математичними методами [2], пропонується застосовувати для побудови даної економіко-математичної моделі оптимізації та прогнозування варіанту сценарію запуску у виробництво нової продукції нейромережеві технології.

Важливою особливістю нейронних мереж є їх здатність до навчання. Розроблена велика кількість навчальних алгоритмів зі своїми сильними і слабкими сторонами. Розрізняють алгоритми навчання з вчителем та без нього.

Алгоритм навчання з вчителем передбачає, що відомі і вхідні, і вихідні дані мережі. Тобто є пари вхід та вихід, які відповідають відомій умові задачі та її рішенню. В процесі навчання мережа змінює свої параметри та навчається давати потрібні пари X та Y . Інакше кажучи, мережа вчиться давати результати, які вже відомі. За рахунок здатності до узагальнення мережею можуть бути отримані нові результати, якщо подати на вхід значення, які ще не зустрічались при навчанні. Сукупність пар X та Y складають навчальну множину. Кількість пар в такій множині не регламентується. Однак, якщо елементів дуже багато або мало, то мережа не зможе добре навчитися і розв'язати поставлену задачу. Задача навчання мережі полягає в підборі таких значень параметрів, щоб помилка була мінімальною для даної навчальної множини.

Алгоритм відноситься до навчання без вчителя, якщо відомий тільки ряд вхідних значень, і на їх базі мережа навчається давати найкращі значення результатів. До того ж, алгоритм навчання визначає, які значення є для конкретної мережі найкращими.

Велика частина методів навчання нейронних мереж є ітераційними. Параметрам мережі, таким як вагові коефіцієнти та порогові рівні, присвоюються малі початкові значення. Потім ці параметри змінюються таким чином, щоб помилка зменшувалася. Зміни тривають до тих пір, поки помилка не стане достатньо малою та відповідатиме встановленому рівню похибки.

Одним з найпоширеніших алгоритмів навчання нейронних мереж є процедура зворотного розповсюдження [3]. Зворотне розповсюдження є систематичним методом для навчання багатопарових штучних нейронних мереж. Даний алгоритм передбачає виконання декількох операцій:

1. Обрати чергову навчальну пару з навчальної множини та подати вхідні значення у мережу.
2. Розрахувати вихід мережі.
3. Розрахувати різницю між отриманим виходом мережі та потрібним результатом, тобто виходом з навчальної пари.
4. Виконати коригування ваг таким чином, щоб мінімізувати помилку.
5. Повторювати виконання перших чотирьох операцій для кожної пари з навчальної множини до тих пір, поки помилка на всій множині не досягне прийнятного рівня.

Перші дві операції подібні тим, що виконуються при функціонуванні вже навченої мережі. Розрахунки виконуються пошарово. Коли мережа пройшла процес навчання, то вона вже використовується для розрахунку результатів по необхідним вхідним даним і її ваги вже не змінюються. Перші дві операції можна назвати “прямим ходом”, а наступні дві – “зворотнім ходом”.

При прямому ході, якщо процес представити у векторному вигляді, то вихідний результат можна представити у вигляді наступної функції: $Y = F(XW)$, де X – це матриця вхідних значень, W – матриця ваг між нейронами, а F – активаційна функція.

Зворотній хід є підстроюванням ваг вихідного шару. Для того, щоб швидше виконувати процес коригування ваг мережі, а також автоматично контролювати підсилення вхідних сигналів, у якості активаційної застосовують логістичну функцію.

Математично вона виражається як $F(x) = 1/(1 + e^{-x})$, тобто $OUT = \frac{1}{1 + e^{-x}}$, а її похідна як

$\frac{\partial OUT}{\partial x} = OUT(1 - OUT)$. Це означає, що похідна логістичної функції може бути

розрахована через значення виходу мережі, або нейрону у багатошаровій мережі, що полегшує процес коригування ваг. Нове значення ваги розраховується за формулою $w = w_i(n + 1) = w_i(n) + \eta \delta x_i$, де $w_i(n+1)$ – значення ваги i після коригування, $w_i(n)$ – значення ваги i до коригування, η – коефіцієнт “швидкості навчання”, x_i – значення i -го входу. Величина δ розраховується за формулою $\delta = OUT(1-OUT)(T-OUT)$, де $(T-OUT)$ є величиною відхилення отриманого виходу нейрону від цільового результату, який заданий у навчальній парі.

Таким чином, застосування даного алгоритму зворотного розповсюдження дає можливість так підстроїти значення ваг нейронної мережі, щоб її результати відповідали значенням виходів навчальної множини. Тоді розроблену і навчену нейронну мережу можна буде застосовувати для прогнозування і оптимізації необхідних результатів.

На базі даної інформації про можливості нейронних мереж розроблена детальна схема моделі нейронної мережі для задачі оптимізації варіантів випуску нового виробу. Ця схема представлена на рис. 1.

На схемі вхідні дані до нейронної мережі складаються з п'яти компонентів: матеріальних ресурсів і персоналу, устаткування, фінансової складової та термінів виконання замовлень клієнтів.

По матеріальним ресурсам входи розподіляються за групами матеріалів. З інтегрованої інформаційної системи поступають дані про обсяги вільних та задіяних у виробництві матеріальних ресурсів. На основі даних з етапу підготовки до виробництва нового виробу та поточної інформації про залишки матеріальних ресурсів на складах і у виробництві у якості вхідної інформації формуються дані про обсяг матеріалів, які потрібно придбати, та рівень можливого вивільнення матеріальних ресурсів із виробництва.

Входи по персоналу теж розподіляються за категоріями працівників. З оперативних даних інтегрованої системи по процесу виробництва та даних підготовки нової продукції до виробництва надходить інформація про кількість вільного робочого часу і можливості вивільнення робітників із процесу виробництва з урахуванням коефіцієнта сумісництва. Також існує можливість при необхідності прийняття на роботу додаткової кількості працюючих. У якості вхідної інформації до мережі виступає і трудомісткість продукції, яка виробляється.

Вхідна інформація по устаткуванню складається з оцінки вільної потужності устаткування, наявної потужності у процесі поточного виробництва, можливості вивільнення потужності обладнання при запуску у виробництво нової продукції. Також передбачена можливість врахування варіанту, коли необхідно забезпечити приріст виробничої потужності. Розрахунковий коефіцієнт завантаження обладнання, який оцінюється по поточній виробничій програмі, теж виступає у якості входу до нейронної мережі.

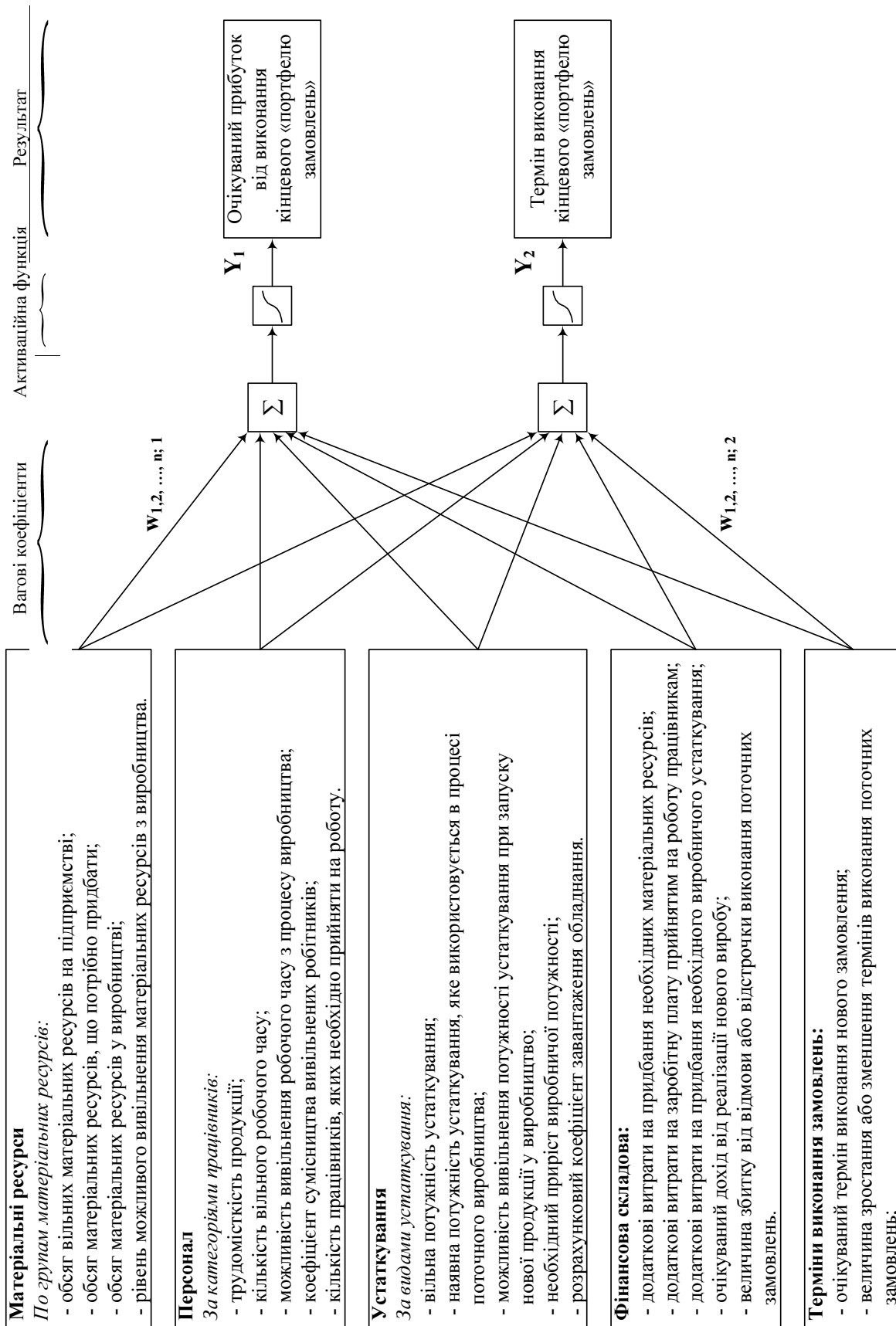


Рисунок 1 – Детальна схема моделі нейронної мережі для задачі оптимізації варіантів сценаріїв випуску нового виробу

Фінансова частина вхідних значень представлена додатковими витратами по придбання матеріалів, витратами на заробітну платню, придбання і модернізації необхідного виробничого обладнання для випуску даного нового виробу. Також в даному підрозділі вхідів є величина очікуваного доходу від реалізації виробу, яка подається з даних торгового дому відповідно програми випуску. До аналізу беруться ще й розрахункові дані по величині збитку від відстрочки або відмові від виконання зобов'язань по поточним договорам.

Останній підрозділ вхідної інформації складається з очікуваного терміну виконання нового замовлення та величини зростання або зменшення термінів виконання поточних зобов'язань.

На виході модель має два результати, які стосуються прибутку та термінів виконання всього кінцевого “портфелю замовлень”, в який також входить і випуск нового виробу. Тобто якщо дану схему моделі нейронної мережі представити у вигляді функції оптимізації, то вона матиме вигляд $Y(Y_1, Y_2) = F(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n)$. Де Y_1 необхідно максимізувати, а Y_2 – мінімізувати.

Таким чином, розроблена детальна схема моделі нейронної мережі для задачі оптимізації варіантів сценаріїв випуску нового виробу з врахуванням особливостей запропонованого організаційно-економічного механізму. Набір вхідних елементів відображає комплексний підхід щодо організації оптимізації сценаріїв випуску продукції. При цьому дана нейронна модель дозволяє отримувати декілька виходів і розроблена таким чином, щоб виконувати оптимізацію за протилежними ознаками для кожного з представлених результатів. Це дає можливість застосовувати інтегральний критерій. Можливості навчання нейронних мереж, до яких відноситься і запропонована, а також використання алгоритму зворотного розповсюдження дозволяють за допомогою даної схеми побудувати економіко-математичну модель. Після навчання дана нейронна мережа дозволить виконувати оптимізацію результатів і пошук таких вхідних значень, які будуть давати найліпші для підприємства вихідні показники. Тобто економіко-математична модель, побудована на базі даної схеми, дозволить шляхом коригування вхідної інформації для отримання оптимальних рішень визначити найкращий за обраним критерієм варіант сценарію запуску у виробництво нового виробу. До того ж, алгоритм зворотного розповсюдження є ітераційним і покроковим, що дає можливість автоматизації навчання нейронної мережі та оптимізації результатів, а це в свою чергу підвищить ефективність представленої моделі.

Список літератури

1. Темченко О.А., Максимов С.В., Ільченко В.О. Організаційний механізм обґрунтування випуску нової продукції // Вісник КТУ. – Вип 10. Кривий Ріг: – 2005. – С. 196-199.
2. Темченко О.А., Ільченко В.О., Максимова О.С. Планування випуску нової продукції з використанням нейромережевих технологій // Вісник КТУ. – № 12. – 2006 р.
3. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника: теория и практика. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
4. Заенцев И.В. Нейронные сети: основные модели. – Воронеж, 1999.–76с.

Представлена детальная схема модели нейронной сети для задачи оптимизации вариантов сценариев выпуска нового изделия. Рассмотрены особенности алгоритмов учебы нейронных сетей.

The detailed chart of model of neuron network is represented for the task of optimization of variants of scenarios of issue of new good. The features of algorithms of studies of neurons networks are considered.