

УДК 330(075):519.8+658.5

Соловйов А. І.
кандидат економічних наук,
доцент, декан факультету економіки і менеджменту
Херсонського державного університету

Solovyov A. I.
Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Dean of the Economics and Management Faculty
Kherson State University

ПРОГНОЗУВАННЯ ТА НЕЙРОМЕРЕЖЕВЕ МОДЕЛЮВАННЯ В УПРАВЛІННІ АГРАРНИМИ ВИРОБНИЧИМИ СТРУКТУРАМИ

FORECASTING AND NEURAL MODELING IN MANAGEMENT OF AGRARIAN INDUSTRIAL STRUCTURES

Анотація. У статті розглянуто науково-методичні підходи до прогнозування як до обов'язкової складової частини процесу управління, а також метод нейромережевого моделювання і прогнозування показників ефективності управління аграрним виробництвом, використання яких дало змогу створити нелінійні системи та моделі, що можуть забезпечувати високу достовірність апроксимації надскладних процесів у просторі та часі.

Ключові слова: прогнозування, нейромоделі, прогностична діяльність, управління, аграрні виробничі структури.

Постановка проблеми. Прогнозування охоплює практично всю управлінську діяльність у тісному зв'язку з іншими функціями управління. Прогнозування ключо-

вих параметрів, які характеризують стан системи, відбувається у постійному режимі. Прогноз дає змогу отримати сукупність можливих варіантів розвитку системи.

Однак реалізовані варіанти залежать не від прогнозу, а визначаються конкретними рішеннями, що приймаються в системі управління, і наявними ресурсами. Різноманітність умов та вимог прогнозування зумовлюють необхідність використання широкого спектру відповідних методів, одним з яких є метод нелінійних штучних нейронних мереж, що може використовуватись для моделювання і прогнозування показників ефективності управління аграрними виробничими структурами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження у сфері соціально-економічного прогнозування проводяться практично в усіх напрямках сільськогосподарської науки і практики вченими Б. Грабовецьким, В. Геєцем, Т. Клебановою, О. Черняк [6; 7] та ін. Значний науковий доробок дослідників Б. Владимирського [1], В. Грибачова [2], Л. Копиткова [3], Ю. Кравченко [4], В. Манжула [5] присвячений проблемам застосування штучних нейронних мереж для прогнозування обсягів виробництва продукції та проблемам нейромережевого моделювання. Проте недостатньо уваги приділяється проблемі використання нейромережевого підходу саме під час прогнозування показників ефективності управління аграрними виробничими структурами.

Мета статті полягає у поглибленні теоретико-методологічних підходів до прогнозування в управлінні та використанні методів нейромережевого моделювання.

Виклад основного матеріалу дослідження. Будь-яка управлінська дія певною мірою носить характер прогнозу, оскільки припускає деякий сценарій розвитку подій, тому прогнозування є обов'язковою складовою частиною процесу управління, що не лише підвищує обґрунтованість управлінського рішення, але й забезпечує своєчасність адаптації підприємства до умов зовнішнього середовища, що постійно змінюються. Для аграрного виробництва можливість такої адаптації є дуже важливою у зв'язку з безпосереднім впливом на його результати природних чинників, а також із роботою в біологічних системах. Спізнана реакція на зміни може звести нанівець результати не тільки поточного виробничого циклу одного року, але й наступних років. Тому в управлінні аграрними підприємствами є більш актуальним, ніж в інших галузях економіки, прагнення менеджерів до прийняття таких управлінських рішень, які будуть носити попереджувальний характер.

Загальновідомо, що прогноз здійснюється на основі ретроспективної інформації про систему та її зовнішнє середовище за певний проміжок часу. Глибина прогнозу визначається як менеджером, так і об'єктивними обставинами прогнозування. Актуальним є вирішення проблем ефективного здійснення максимально формалізованих процедур вибору і реалізації методів прогнозування. Вимоги до прогнозу мають відображати перелік прогнозних показників, його цілі, глибину ретроспекції, точність та надійність, терміни, форми й адреси представлення, доцільність прогнозування різними методами і можливість децентралізації прогностичної діяльності. Отриманий на заданий проміжок часу прогноз є лише проміжним етапом процесу прогнозування. Він підлягає уточненню і корегуванню у зв'язку з розвитком ситуації і новою інформацією залежно від важливості і швидкості змін параметра.

Під час прогнозування бажано застосовувати (послідовно або паралельно) декілька методів прогнозування одного і того ж параметру. Регулярне прогнозування можна здійснювати тільки за наявності певної кількості методів і моделей, обумовленою складністю поставлених завдань. Здійснення системної прогностичної діяльності в аграрному виробництві вимагає цілеспрямованих зусиль з інтеграції підприємств агросфери економіки в сучасне інформаційне суспільство.

Нейротехнологічні процеси моделювання і прогнозування показників ефективності управління аграрним виробництвом ґрунтуються на використанні методу нелінійних штучних нейронних мереж (ШНМ). В основі нейромережевого підходу лежить ідея побудови обчислювального пристрою з великою кількістю паралельно працюючих простих елементів – формальних нейронів. Ці нейрони функціонують незалежно один від одного і пов'язані між собою односпрямованими каналами передачі інформації. Ядром нейромережевих уявлень є ідея про те, що кожен окремий нейрон можна моделювати досить простими функціями, а вся складність мозку, гнучкість його функціонування та інші важливі якості визначаються зв'язками між нейронами. Нейронні мережі (НМ) знайшли широке застосування під час побудови прогнозних моделей поведінки складних динамічних систем, що містять численні параметри, які змінюються в часі під час взаємодії з різними характеристиками навколишнього середовища [4, с. 104].

Нейронні мережі дають змогу з будь-яким ступенем точності апроксимувати довільну безперервну функцію, незважаючи на відсутність або наявність у ній періодичності та циклічності, тобто нейронну мережу можливо «навчити» таким чином, щоб вона з високою достовірністю розпізнавала будь-який набір даних і визначала подальший розвиток досліджуваного процесу в аграрному виробництві на певний період. Властивості ШНМ визначаються її архітектурою, а також сукупністю синаптичних зв'язків і характеристик нейронів. Прогнозна нейромережева модель здатна не тільки безперервно обробляти велику кількість параметрів системи, факторів прогнозного фону, але й урахувати різноманітну інформацію про поточні і заплановані режими функціонування об'єктів та виробничих процесів.

Нейромережева система прогнозування, своєю чергою, враховує інформацію про логіку роботи системи, надійність її елементів, а також експертну інформацію [4]. Здатність нейронної мережі діяти за принципом чорного ящика здебільшого полегшує моделювання систем управління аграрними виробничими структурами. Необхідно лише прийняти рішення про те, що є вхідними даними, а що – вихідними, систематизувати їх і навчити нейромережу.

Нейронні мережі реалізують індуктивний і дедуктивний підходи до вирішення складних проблем, що надає можливість достовірно оцінити ситуацію та прийняти раціональне управлінське рішення для досягнення високого економічного ефекту в результаті діяльності аграрного виробництва. ШНМ базуються на принципах, що дають змогу здійснювати корекцію відповідей по мірі накопичення даних (досвіду). Це означає навчання прийняттю рішень у процесі самого прийняття рішень [1, с. 14].

Основними перевагами НМ є: незалежність методів їх синтезу від розмірності простору ознак; висока допустимість використання зашумлених даних і низький коефіцієнт помилок; паралельна обробка інформації одночасно всіма нейронами, що робить можливим апаратний аналіз складних сигналів у реальному часі; апроксимація безперервної функції, самоорганізація і відмовостійкість структури НМ; коригування синаптичних ваг під час надходження нової інформації тощо. До недоліків і обмежень НМ можна віднести: відсутність чітких алгоритмів вибору функції активації та механізмів, що регулюють роботу мережі в цілому; велика кількість вагових коефіцієнтів і порогових рівнів НМ знижує швидкість обробки вхідних даних, що також може призвести до «паралічу» мережі під час навчання; складність навчання, формування та апроксимація НМ [3; 5]. Незважаючи на недоліки ШНМ, використання інтелектуальних методів на основі нейротехнологій роблять їх усе більш перспективним напрямом

у моделюванні та прогнозуванні показників ефективності управління аграрним виробництвом.

Створення ШНМ для ефективного прийняття управлінських рішень в аграрному виробництві здійснюється за таких умов:

- наявності множини даних, що містить інформацію, яка забезпечить повне відображення характеристики проблеми або діяльності аграрного підприємства;
- відповідно визначену за розміром множини даних для навчання і тестування нейромережі;
- розуміння базової природи проблеми або досліджуваного процесу;
- вибору функції суматора, передатної функції та методів навчання;
- уміння розробника користуватися інструментальними засобами;
- правильний вибір необхідної потужності для обробки наявної множини даних.

Рішення завдання прийняття управлінських рішень у системі аграрного виробництва з використанням штучних нейронних мереж включає в себе такі етапи:

- розробка нейромережевої моделі (НММ);
- формування вхідного і бажаного вихідного сигналів НММ;
- формування сигналу помилок і функціонала оптимізації;
- формування структури НММ відповідно до поставленого завдання управління;
- розробка алгоритму налаштування НММ, еквівалентного процесу вирішення завдання в нейромережевому логічному базисі;
- рішення поставленого завдання управління з використанням розробленої НММ.

За своєю суттю НМ є універсальним апроксиматором. Це означає, що в процесі настроювання вона не вираховує цільову функцію, а підбирає внутрішній набір функцій, під час додавання яких утворюється функція, що видає на виході систему значень, які нагадують вихідний ряд, що був представлений їй у процесі навчання [2, с. 148].

Важливими показниками, що характеризують нейронні мережі в системі прийняття управлінських рішень, є:

- архітектура мережі;
- продуктивність мережі на навчальному, контрольному, тестовому вибірках;
- похибка «навчання» мережі.

Отже, використання сучасних інструментів та потужних нелінійних багатомірних методів, основаних на нейротехнологіях, дало змогу створити нелінійні системи та моделі, що можуть забезпечувати високу достовірність апроксимації надскладних процесів у просторі та часі.

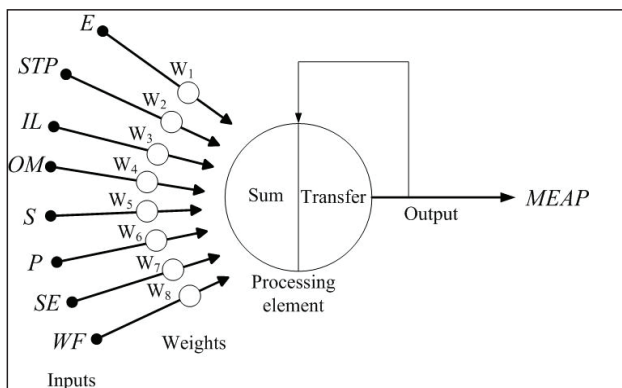


Рис. 1. Схема функціонування НМ для моделювання ефективності управління аграрним виробництвом

Нейромодель функції ефективності управління аграрним виробництвом (MEAP) можна виразити у вигляді:

$$MEAP = NN \left[\begin{matrix} f(E), f(STP), f(IL), f(OM), \\ f(S), f(P), f(SE), f(WF) \end{matrix} \right] \quad (1)$$

де: E – природні фактори (наприклад, якість землі);
 STP – фактори науково-технічного прогресу, що включають агрономічні, зоотехнічні, селекційно-генетичні умови, технічну оснащеність і технологію виробництва;

IL – рівень інтенсивності виробництва, від якого залежить урожайність сільськогосподарських культур, продуктивність тварин;

OM – організація та управління агровиробництвом;
 S – структурні фактори, зумовлені спеціалізацією виробництва;

P – фактори, що характеризують умови реалізації продукції (ціни), умови виробничого обслуговування. Оскільки реалізаційна ціна залежить і від якості продукції, тобто від підсумку діяльності самих господарств, ціна певною мірою є і внутрішнім фактором;

SE – соціально-економічні фактори (оплата праці, умови праці та побуту);

WF – забезпеченість робочою силою, рівень її кваліфікації.

На рис. 1 представлена універсальна схема НМ для нелінійного ситуаційного моделювання ефективності аграрного виробництва за різними групами функціонування сільськогосподарських підприємств.

Функція нейронної мережі ефективності управління аграрним виробництвом (2) має вигляд:

$$y_i(t) = f \left(\sum_{m=1}^M w_m^{(8)}(t) f \left(\sum_{j=1}^J w_j^{(7)}(t) f \left(\sum_{k=1}^K w_k^{(6)}(t) f \left(\sum_{z=1}^Z w_z^{(5)}(t) f \left(\sum_{l=1}^L w_l^{(4)}(t) f \left(\sum_{r=1}^R w_r^{(3)}(t) f \left(\sum_{g=1}^G w_g^{(2)}(t) f \left(\sum_{n=1}^N w_n^1(t) x_n^{(t)} \right) \right) \right) \right) \right) \right) \right)$$

Функція корекції вагових коефіцієнтів НМ (3) має вигляд:

$$E(w(t)) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^L \left(f \left(\sum_{m=1}^M w_m^{(8)}(t) f \left(\sum_{j=1}^J w_j^{(7)}(t) f \left(\sum_{k=1}^K w_k^{(6)}(t) f \left(\sum_{z=1}^Z w_z^{(5)}(t) f \left(\sum_{l=1}^L w_l^{(4)}(t) f \left(\sum_{r=1}^R w_r^{(3)}(t) f \left(\sum_{g=1}^G w_g^{(2)}(t) f \left(\sum_{n=1}^N w_n^1(t) x_n^{(t)} \right) \right) \right) \right) \right) \right) \right) - d_i^{(t)} \right)^2$$

де t – дискретне значення ряду;
 w – матриця вагових коефіцієнтів;
 $x_n^{(t)}$ – n -а координата вхідного вектора в певний момент часу t ;

$y_i(t)$ – i -а координата вихідного вектора, створена нейромережею в певний момент часу t ;

$d_i^{(t)}$ – i -а координата фактичного вихідного вектора в певний момент часу t ;

$f(s_i)$ – функції активації нейронів прихованих і вихідного шарів.

Висновки. Спираючись на результати досліджень, можна стверджувати, що прогнозування в сучасних умовах є однією з основних функцій управління і спрямовується воно на зниження рівня невизначеності і ризиків, на надання управлінським діям упереджувального характеру. Прогностична діяльність в аграрному виробництві базується на специфіці сільськогосподарського виробництва і має відповідати системному підходу в управлінні, який забезпечує адекватність, активність, багатоваріантність і безперервність цієї діяльності. Ефективне прогнозування може здійснюватись за умов створення і розвитку відповідної бази системи управління аграрними виробничими структурами та їх основних підсистем.

Система методів штучних нейронних мереж дає змогу створити моделі різних архітектур для реалізації завдань моделювання та прогнозування показників ефективності управління аграрним виробництвом на різних рівнях господарювання.

Переваганейротехнологічного підходу в тому, що він дає змогу прогнозу управління агровиробничими процесами на середньо- та довгостроковий періоди з високою достовірністю. відтворювати складні нелінійні залежності і виконувати

Список використаних джерел:

1. Владимирский Б.М. Нейронные сети как источник идей и инструмент моделирования процессов самоорганизации и управления / Б.М. Владимирский // Экономический вестник Ростовского государственного университета. – 2006. – Т. 4. – № 4. – С. 14–18.
2. Грибачев В. Настоящее и будущее нейронных сетей / В. Грибачев // Компоненты и технологии. – 2006. – № 58. – С. 146–150.
3. Копыткова Л.Б. К вопросу построения нейросетевой модели цифровой обработки сигналов / Л.Б. Копыткова // Вестник Ставропольского государственного университета. – 2009. – № 4. – С. 10–16.
4. Кравченко Ю.А. Построение прогнозных моделей динамических систем на основе интеграции нейронных сетей и генетических алгоритмов / Ю.А. Кравченко // Известия Таганрогского государственного радиотехнического университета. – 2006. – Т. 64. – № 9–1. – С. 103–104.
5. Манжула В.Г. Нейронные сети Кохонена и нечеткие нейронные сети в интеллектуальном анализе данных / В.Г. Манжула, Д.С. Федяшов // Фундаментальные исследования. – 2011. – № 4. – С. 108–114.
6. Грабовецький Б.Є. Економічне прогнозування і планування : [навч. посіб.] / Б.Є. Грабовецький. – Київ : Центр навчальної літератури, 2003. – 189 с.
7. Моделі і методи соціально-економічного прогнозування : [підручник] / В.М. Геєць, Т.С. Клебанова, О.І. Черняк [та ін.]. – Харків : ІНЖЕК, 2005. – 347 с.

Аннотация. В статье рассмотрены научно-методические подходы к прогнозированию как к обязательной составляющей процесса управления, а также метод нейросетевого моделирования и прогнозирования показателей эффективности управления аграрным производством, использование которых позволило создать нелинейные системы и модели, которые могут обеспечивать высокую достоверность аппроксимации сверхсложных процессов в пространстве и времени.

Ключевые слова: прогнозирование, нейромодель, прогностическая деятельность, управление, аграрные производственные структуры.

Summary. We consider the scientific and methodological approaches to forecasting, as a mandatory part of the management process and method of neural network modeling and forecasting performance management of agricultural production, which allowed the use of a non-linear systems and models that can provide high reliability approximation complicated processes space and time.

Key words: forecasting, neuromodels, prognostic activity, management, agricultural production structure.