

Інноваційні технології в АПК

УДК 004.032.26

Морозова М., канд. техн. наук (НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»),
Гусар В., канд. техн. наук (УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого)

Нейромережеві технології для вирішення екологічних проблем агропромислового комплексу

У статті розглянуто шляхи вдосконалення систем екологічного моніторингу для забезпечення раціонального використання природно-ресурсного потенціалу території. Показано, що застосування нейронних мереж є перспективним у процесі розроблення програмних комплексів, призначених для екологічного моніторингу на етапі аналізу інформації про стан навколишнього середовища, оскільки традиційні методи і моделі формування управлінських рішень в АПК, заснованих на статистичному підході, в сучасних умовах мають обмежене застосування через часткове врахування властивостей невизначеності і нелінійності під час підготовки даних та прогнозування.

Ключові слова: агропромисловий комплекс, екологічний моніторинг, прогнозування, нейромережеві технології.

© Морозова М., Гусар В. 2018

НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЖУРНАЛ

№ 4 (103) квітень 2018 р.

ТЕХНІКА І ТЕХНОЛОГІЇ АПК

Вступ. Екологізація агропромислового виробництва є багатоаспектною проблемою, для вирішення якої потрібно враховувати як об'єктивні закони природи, так і основні вимоги економіки. Екологізація розвитку агропромислового комплексу (АПК) пов'язана зі здоров'ям людей і забезпеченням продовольчої безпеки держави [1]. Розв'язання цієї проблеми, поряд з раціональним використанням природно-ресурсного потенціалу території (ПРПТ), базується на виробництві екологічно чистої продукції. Раціоналізація природо-користування в АПК ґрунтується на основі узгодження і збалансування економічних та екологічних інтересів виробників продукції, впровадження цілеспрямованої екологізації виробництва, формування екологічно орієнтованого економічного механізму природокористування і екосистемного керування. Економічний механізм природокористування передбачає економічну оцінку складових ПРПТ, налагоджену систему зборів коштів за використання природних ресурсів, санкцій за забруднення навколишнього природного середовища [2]. Отже, цей механізм потребує вдосконалення та еколого-економічного наповнення його змісту, що забезпечується системами екологічного моніторингу.

Викладення основного матеріалу. Сучасні можливості запису і зберігання даних призвели до того, що в системах екологічного моніторингу формуються великі обсяги екологічної інформації, що може бути використано для пошуку взаємозв'язків і закономірностей в інформаційних масивах. Необхідність упровадження в програмний комплекс екологічного моніторингу підпрограм, які виконують системний аналіз інформації про стан навколишнього середовища, обумовлена багатомірністю і багатозв'язковістю екологічних даних. Велика кількість екологічних процесів характеризується нелінійністю і невизначеністю, що ускладнює оцінку і прогнозування оператором екологічної ситуації. Для того, щоб підвищити оперативність і точність прийняття правильних управлінських рішень, останнім часом все частіше використовуються технології штучного інтелекту, здатні працювати в умовах нечіткої вихідної інформації.

Один із напрямків використання технологій штучного інтелекту в екологічному моніторингу – це застосування нейронних мереж у задачах розпізнавання та прогнозування екологічних ситуацій [3]. За допомогою нейронних мереж можна вирішити важко формалізовані завдання з високим ступенем точності, в яких спільно використовуються суперечливі, неповні, «зашумлені», некоректні дані.

Порядок вирішення завдань за допомогою нейронних мереж має такі етапи:

1. Постановка завдання в придатній для вирішення за допомогою нейронної мережі формі.
2. Вибір моделі штучної нейронної мережі (ШНМ).
3. Підготовка вихідних даних для навчання ШНМ.
4. Навчання ШНМ.
5. Вирішення задачі за допомогою навченої ШНМ.

Проектуючи системи аналізу екологічної інформації на основі нейронних мереж, підготовчі етапи, пов'язані з побудовою і навчанням, можна виконувати в спеціалізованих програмах – нейроімітаторах. Процес програмування стандартних функцій побудови і навчання нейронних мереж може зайняти багато часу.

У сучасних нейроімітаторах реалізовано більшість архітектур і методів навчання, необхідних користувачеві. На цей час нейроімітатори є визнаним інструментом для вирішення прикладних завдань. Наведемо, як приклад, деякі з них: NeuroShell, NeuroPro, NeuroSolution, Deductor, пакет «neural network toolbox» математичного пакета Matlab. Крім засобів побудови нейронних мереж, програмні пакети включають засоби для первинної обробки даних і дозволяють експортувати дані з більшості програм, в яких відбувається накопичення інформації.

Після того, як нейронна мережа побудована і навчена, вона може бути вбудована в прикладне програмне забезпечення. Реакція нейронної мережі на вхідні параметри обчислюється за послідовним множенням вектора вхідних сигналів на матрицю ваг зв'язків з виходами.

Додатковим підготовчим етапом для використання нейронної мережі може бути мінімізація вхідних параметрів, тобто пошук надлишкових даних. Значимість окремих вхідних параметрів нейронної мережі може виявитися досить низькою для їх вилучення з набору входів. Нейронна мережа з великою кількістю вхідних елементів містить велику кількість вагових коефіцієнтів (ваг). Зменшення кількості входів мережі дозволяє використовувати менше даних, забезпечуючи прийнятний рівень складності мережі.

Крім того, часто для оцінки і прогнозування екологічної ситуації проводять складні і дорогі вимірювання, які до того ж вимагають часу, що може позначитися на оперативності прийняття рішень. Мінімізація параметрів дозволяє виключити вимірювання деяких параметрів або здійснити спробу оцінки ситуації, не чекаючи на їх отримання.

Однак необхідно обережно ставитися до мінімізації параметрів. По-перше, кожен параметр в тій чи іншій мірі дає свій внесок в оцінку ситуації. По-друге, невелика надмірність параметрів важлива для можливості додаткового навчання нейронної мережі. Якщо мережа навчена на мінімально можливій кількості параметрів, а при подальшому навчанні їй трапився приклад, який не вписується в попередній досвід, тоді наявної кількості синапсів може не вистачити для додаткового навчання.

Однією з основних проблем побудови нейронних мереж для аналізу інформації про стан навколишнього середовища є відсутність достатньої кількості даних, які в повній мірі охоплюють предметний простір [4]. Особливо недостатньо даних про аварійні ситуації, коли є високий рівень небезпеки шкідливих речовин. Цю проблему можливо подолати отриманням відсутніх даних оцінкою змодельованої ситуації експертами. Підхід, коли на основі досвіду й інтуїції висококваліфікованих фахівців-експертів отримується інформація щодо потенційно можливих ситуацій, набув значного поширення в задачах екологічного моніторингу. Як показує практика, застосування нейронних мереж у проектуванні складних експертних систем призводить до зменшення необхідної кількості правил виведення і до зменшення трудомісткості під час розроблення експертних систем [3]. Це обумовлено тим, що, формуючи правила для нейронних мереж, необхідно мати тільки набір емпіричних даних, який у достатній мірі відоб-

ражав би залежності, які потрібно знайти.

Іншим підходом до вирішення проблеми отримання недостатньої інформації є моделювання всіляких аварійних ситуацій, які можуть потенційно виникнути на об'єкті моніторингу. Якщо є відомий потенційний рівень викидів за можливих аварійних ситуацій, то концентрації шкідливих речовин під час їх поширення можуть бути розраховані за спеціальними методиками [5].

Традиційні методи і моделі формування управлінських рішень в АПК, засновані на статистичному підході, в сучасних умовах мають обмежене застосування, оскільки частково враховують властивості невизначеності і нелінійності під час підготовки даних та прогнозування. Комплексне врахування факторів повинне базуватися на розробленні систем підтримки прийняття рішень (СППР) та їх багатокритеріальному оцінюванні. При цьому найважливішою підсистемою в СППР буде вважатися підсистема підготовки даних і прогнозування, яка задає необхідний рівень якості прийнятих рішень.

Відсутність повної формалізації факторів, багатовимірність вихідних даних, обмеженість або суперечливість даних обумовлюють застосування адаптивних моделей, методів і технологій. На сьогодні, моделюючи складні системи, використовують якісно новий рівень розроблених регіональних СППР. Ці системи являють собою синтез статистичних моделей і нейромережових моделей, тобто синтетичних інформаційно-аналітичних моделей. Ефективність використання подібних систем визначається адаптивністю, можливістю дослідження динамічних випадкових процесів з урахуванням впливу на об'єкт мінливого зовнішнього середовища [6]. Синтетичні моделі та засновані на цих моделях інформаційно-аналітичні підсистеми прогнозування розвитку (ІАППР) зменшують ступінь ризику під час прийняття рішень в таких сферах як управління регіоном, планування виробництва, управління матеріально-виробничими запасами та ін.

Теоретичні та практичні засади проектування і використання ІАППР, зокрема і в АПК, розглядалися в роботах І. Б. Загайтова і Л. П. Яновського, С. Д. Коровкіна і І. Д. Ратманова, А. М. Тарасова і В. Л. Дунаєва. Однак можливість розробки ІАППР на базі ШНМ, як самостійне завдання стосовно до проблем АПК, не розглядалася.

Актуальність дослідження і розробки ІАППР пов'язана з тим, що на цей час відсутні єдині методи і моделі аналізу і прогнозування розвитку сільського господарства в умовах невизначеності та обмеженості даних.

У [6] відзначено основні переваги нейромережових моделей перед традиційними статистичними. Порівняно з лінійними статистичними моделями (лінійна регресія, авторегресія), нейромережі дозволяють ефективно будувати насамперед нелінійні залежності, більш адекватно описують набори даних. Також у [6] розглянуто класифікації існуючих програмних реалізацій нейронних мереж. Серед них широкое застосування отримали Neural Network Wizard компанії «Base Group», STATISTICA Neural Networks, Німфа, Neuro Office. Це нейропакекти загального призначення, що представлені реалізацією певної топології і налаш-

туванням структури нейронної моделі.

Висновок. Рівень сучасного розвитку інформаційних технологій і методів прогнозування дозволяє розробляти складні адаптивні моделі перспективного аналізу, що становлять ядро сімейства систем ІАППР – нейромережові моделі. Отже, застосування нейронних мереж є перспективним під час розроблення програмних комплексів, призначених для екологічного моніторингу, на етапі аналізу інформації про стан навколишнього середовища. Нейронні мережі здатні підвищити оперативність і точність оцінки стану навколишнього середовища, а, отже, й ефективність прийнятих рішень.

Список літератури

1. Біосфера і агротехнології, інженерні рішення/ В. Кравчук, А. Кушнар'єв, В. Таргоня, М. Павлишин, В. Гусар// за редакцією В. Кравчука; УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого – Дослідницьке, 2015. – 218 с.
2. Шелудько Е. І. Економіко-екологічні аспекти раціоналізації природокористування: автореф. дис. на здобуття наук. ст. канд. техн. наук: спец. 08.08.01 «Економіка природокористування і охорони навколишнього середовища» / Е. І. Шелудько. – Київ, 2004. – 26 с.
3. Вересников Г. С. Исследование и разработка системы анализа экологической информации: автореф. дис. на соискание науч. ст. канд. техн. наук : спец. 05.13.11 «Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей» / Г. С. Вересников. – Москва, 2007. – 24 с.
4. Lek S., Guigan J.F. Artificial Neuronal Networks; Application to Ecology and Evolution // New York: Springer, 2000.
5. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, ОНД-86 // Л. – 1987. – 140 с.
6. Рыков Н. И. Информационно-аналитическая подсистема прогнозирования развития в сельском хозяйстве с использованием нейронных сетей: автореф. дис. на соискание науч. ст. канд. техн. наук : спец. 05.13.10 «Управление в социальных и экономических системах» / Н. И. Рыков. – Курск, 2004. – 17 с.

Аннотация. В статье рассмотрены пути совершенствования систем экологического мониторинга для обеспечения рационального использования природно-ресурсного потенциала территории. Показано, что применение нейронных сетей является перспективным в процессе разработки программных комплексов, предназначенных для экологического мониторинга на этапе анализа информации о состоянии окружающей среды, поскольку традиционные методы и модели формирования управленческих решений в АПК, основанных на статистическом подходе, в современных условиях имеют ограниченное применение из-за частичного учета свойств неопределенности и нелинейности при подготовке данных и прогнозировании.

Summary. The article considers ways to improve

environmental monitoring systems to ensure the rational use of the natural resource potential of the territory. It is shown that the use of neural networks is promising in the process of developing software complexes intended for environmental monitoring at the stage of the analysis of information on the state of the environment, since traditional methods and models of the formation of manage-

ment decisions in the AIC, based on the statistical approach, in the present conditions have limited application through partial consideration of uncertainty and non-linearity properties during data preparation and forecasting.

Стаття надійшла до редакції 29 березня 2018 р.