

І.Г. Цмоць (Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна)

Ю.В. Цимбал (Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна)

О.І. Цмоць (Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів, Україна)

СИСТЕМИ РАНЬОГО ПОПЕРЕДЖЕННЯ ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ З ВИКОРИСТАННЯМ НЕЙРОМЕРЕЖЕВИХ ЗАСОБІВ*

У статті проаналізовано можливості побудови систем раннього попередження на основі нейромережових технологій. Розглянуто задачу виявлення та класифікації слабких сигналів, показано доцільність застосування для її вирішення нейромереж на основі моделі геометричних перетворень.

Ключові слова: системи раннього попередження, слабкі сигнали, інтелектуальний аналіз даних, нейронні мережі, модель геометричних перетворень.

Рис. 2. Літ. 11.

И.Г. Цмоць (Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина)

Ю.В. Цымбал (Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина)

О.И. Цмоць (Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов, Украина)

СИСТЕМЫ РАННЕГО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ СРЕДСТВ

В статье проанализированы возможности разработки систем раннего предупреждения на базе нейросетевых технологий. Рассмотрена задача выявления и классификации слабых сигналов, показана целесообразность использования для ее решения нейросетей на базе модели геометрических преобразований.

Ключевые слова: системы раннего предупреждения, слабые сигналы, интеллектуальный анализ данных, нейронные сети, модель геометрических преобразований.

I.G. Tsmots (National University "Lviv Polytechnics", Lviv, Ukraine)

Y.V. Tsymbal (National University "Lviv Polytechnics", Lviv, Ukraine)

O.I. Tsmots (National University "Lviv Polytechnics", Lviv, Ukraine)

EARLY-WARNING SYSTEMS FOR ENTERPRISES USING NEURAL NETWORKS TOOLS

The article analyzes the opportunities for development of early-warning systems on the basis of neural network technologies. The task of detecting and classifying weak signals is considered, for solving this task the expediency of applying neural networks on the basis of geometrical transformations model is demonstrated.

Keywords: early-warning systems; weak signals; data mining; neural networks; geometrical transformations model.

Постановка проблеми. Сучасна економіка характеризується швидкою зміною зовнішнього середовища підприємства, ринків і конкурентів. Управління підприємством неможливо без передбачення майбутнього та без прогнозуван-

* статтю підготовлено на основі доповіді на XI-му міжнародному науковому семінарі «Сучасні проблеми інформатики в управлінні, економіці, освіті та екології» (2–7 липня 2012 р., Київ – оз. Світязь).

ня перспектив розвитку. Прогнози розвитку підприємства та впливу на нього домінуючих чинників зовнішнього середовища використовуються для виявлення найімовірніших і економічно ефективних варіантів планів його роботи, обґрунтування основних напрямків економічної й технічної політики, передбачення наслідків прийнятих управлінських рішень. Для забезпечення ефективної роботи підприємств в таких умовах доцільно побудувати систему раннього попередження (СРП) із широким використанням сучасних інформаційних технологій з використанням інтелектуальних засобів опрацювання даних. Головними задачами таких засобів є: пошук функціональних і логічних закономірностей у накопичених даних; знаходження прихованих правил і закономірностей; побудова моделей і правил, які характеризують стан або прогнозують розвиток певних процесів.

Оточення підприємства (зовнішнє та внутрішнє середовище), в якому виникають проблеми, є динамічним, оскільки воно змінюється та піддається як зовнішнім, так внутрішнім впливам залежно від подій, що відбуваються. СРП на основі постійного моніторингу й оцінювання інформації про чинники впливу здійснює виявлення слабких сигналів, що сигналізують про ранні ознаки потенційних можливостей чи кризових ситуацій [1; 2]. При реалізації управління за слабкими сигналами підприємство розглядається як відкрита система, яка постійно адаптується до оточуючого середовища.

Своєчасне виявлення СРП слабких сигналів забезпечує підприємству часовий ресурс на прийняття відповідних управлінських рішень. Швидке реагування на зміни, які відбуваються в оточуючому середовищі підприємства, вимагає організації в межах СРП збору стратегічної інформації, фільтрації викидів і недостовірних даних, оцінювання чинників впливів, прогнозування параметрів роботи підприємства, виявлення й аналізу слабких сигналів і підготовки на їх основі управлінських рішень.

У зв'язку з цим актуальним завданням є використання в СРП інтелектуальних засобів на основі нейромережових технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Задачі, пов'язані зі створенням та застосуванням СРП, привертають увагу дослідників з різних галузей науки. Загальний опис проблематики прогнозування кризових ситуацій і катастроф (переважно в екологічній сфері) і, зокрема, важливості виявлення слабких сигналів наведено в [6; 8]. У праці [7] досліджуються особливості аналізу ризиків і побудови СРП в економічній сфері. Огляд сучасних інтелектуальних засобів для СРП, зокрема нейромережових, наведено в [9–11], де зазначається, що переважно використовуються структури нейромереж на основі багатопарового перцептрона та радіальних базисних функцій. Проте застосування нейромереж для виявлення слабких сигналів не розглядається.

Невирішені частини проблеми. Таким чином, недостатньо вивченими є можливості застосування інтелектуальних засобів на основі нейромережових технологій для виявлення слабких сигналів у СРП.

Метою дослідження є розробка на основі нейромережових технологій інтелектуальних компонентів СРП для виявлення слабких сигналів.

Основні результати дослідження. *Структура та інформаційна взаємодія СРП із оточенням.* Управління підприємством на основі слабких сигналів з

використанням СРП повинно забезпечувати виявлення майбутніх загроз, надання пропозицій і рекомендацій для оперативного втручання в ситуацію (коригування планів, здійснення блокувальних і стабілізаційних заходів). Для визначення слабких сигналів і формування відповідних пропозицій СРП взаємодіє як з оточуючим середовищем, так і з суб'єктом управління. Схема такої взаємодії СРП з оточенням наведена на рис. 1, де БД – база даних, СУБД – системи управління базами даних, СД – сховище даних. Основними компонентами СРП є: підсистеми збору та збереження даних, аналітичної обробки даних і прийняття рішень.

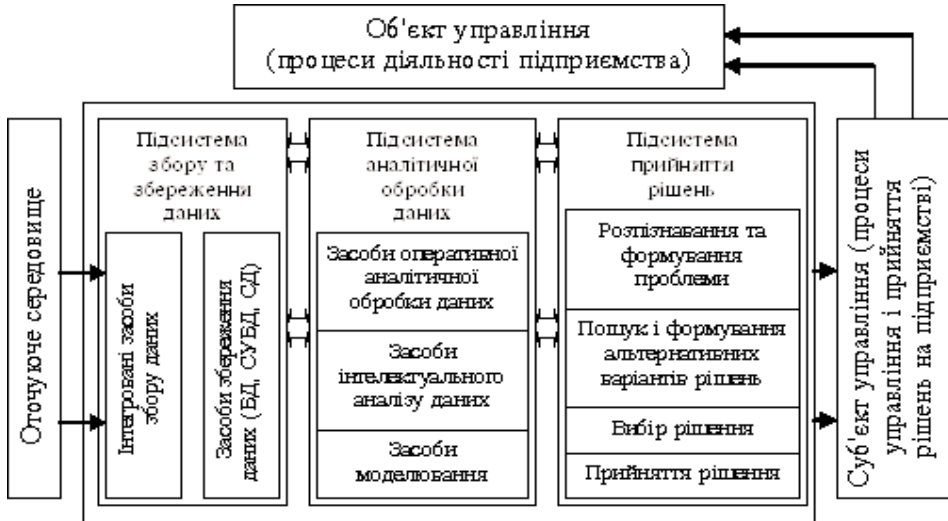


Рис. 1. Структура та інформаційна взаємодія СРП із оточенням, авторська розробка

Із рис. 1 видно, що СРП здійснює інформаційний зв'язок із зовнішнім і внутрішнім середовищем (об'єктом управління) та на основі аналітичної обробки вхідної інформації забезпечує формування пропозицій і рекомендацій для суб'єкта управління. Складовими об'єкта управління є підрозділи підприємства, ризиковані вкладення капіталу й економічні відносини між суб'єктами в процесі діяльності, а суб'єктом управління – певна група людей (фінансові менеджери, фахівці зі страхування тощо), що здійснює цілеспрямоване функціонування об'єкта управління, використовуючи різні прийоми й способи управлінського впливу. Основними функціями об'єкта управління є дозвіл ризику, ризиковане вкладення капіталу, робота зі зниження величини ризику, страхування ризиків і економічні відносини та зв'язки між суб'єктами діяльності.

Дані, які надходять з оточуючого середовища, є неопрацьованим ресурсом для СРП. Джерелами зовнішніх даних для СРП є фінансові органи, бази даних урядових і неурядових організацій, архіви, преса, Інтернет тощо. Внутрішні дані, що стосуються роботи підприємства можна поділити на такі групи: бухгалтерські дані, аналітичні дані, значення поточних і планових макро- та мікропоказників, фінансові дані, нормативно-довідкова інформація. Особли-

вістю даних, що використовуються в СРП, є великий обсяг, зв'язок з процесами управління підприємством і колективом.

Інформацію, яка збирається та зберігається СРП, можна класифікувати за такими ознаками:

1. За джерелом походження:

- державні установи (законодавча та виконавча влада) – неопрацьовані, надійні з гарантованою достовірністю ринкові, макроекономічні дані та дані, які стосуються регулювання;

- засоби масової інформації – безплатні та нефільТРовані дані з широкого кола питань;

- служби бізнес-інформації – надають послуги з пошуку спеціалізованої та деталізованої інформації;

- постачальники, конкуренти, торговельні виставки, наукові конференції – інформація про нові товари, конкурентів, попит, надійність, якість і час доставки;

- інститути та організації, що займаються дослідженням ринків, макроекономічними аналізами та прогнозуванням (результати досліджень, коротко- та довготермінові прогнози).

2. За змістом:

- політична – інформація про підтримку та забезпечення ресурсами окремих галузей і підприємств, міждержавні угоди, державна політика у сфері приватизації тощо;

- юридична – інформація, що зв'язана з нормативним забезпеченням й економічним законодавством;

- фінансово-економічна – інформація, пов'язана з обігом фінансів, товарів, матеріалів і ресурсів;

- технологічна – інформація, пов'язана з розвитком техніки, обладнання, інструментів, матеріалів, процесів обробки і нових технологій;

- соціально-демографічна – інформація про кількість потенційних споживачів, кваліфікацію та кількість робочої сили, ставлення до іноземців, середній рівень заробітної плати, профспілкова активність і вплив профспілок на формування громадської думки;

- науково-технічна – інформація про питому вагу наукоємних виробництв і продукції, про кваліфікацію кадрів і науково-технічний рівень виробництва.

3. За терміновістю:

- термінова;

- середньотермінова;

- довготермінова.

4. За часом використання:

- короткочасова;

- середньої тривалості;

- довготривала.

Формування знань у СРП здійснюється шляхом аналізу даних і виявлення прихованих закономірностей з використанням спеціального математичного й програмного забезпечення. Одним із підходів до формування знань є

інтелектуальний аналіз даних (data mining) з використанням нейромережових технологій.

Для підвищення продуктивності систем управління підприємствами використовуються управління знаннями, що є сукупністю процесів, які забезпечують створення, розповсюдження і використання знань. У СРП можна використати такі процеси управління знаннями:

- надання доступу до потрібної інформації;
- систематизацію, яка зводиться до класифікації й категоризації знань;
- пошук та представлення знань у явній формі для колективного використання;
- створення нових знань на основі наявних;
- застосування знань для прийняття рішень.

Принципи розробки СРП. Розробку СРП для управління підприємством пропонується здійснювати на основі інтегрованого підходу, який охоплює нові інформаційні та нейромережові технології, з використанням таких принципів:

- системності, за якого між компонентами СРП утворюються такі зв'язки, що забезпечують цільність і взаємодію з іншими системами;
- змінного складу обладнання, що передбачає наявність ядра СРП і змінних програмно-апаратних модулів, за допомогою яких ядро адаптується до вимог конкретного застосування;
- модульності, який передбачає розробку компонентів СРП у вигляді функціонально завершених модулів, що мають вихід на стандартний інтерфейс;
- відкритості, за якого СРП створюється з урахуванням можливості поповнення й оновлення функцій без порушення її функціонування;
- сумісності, що передбачає використання інформаційно-технологічних інтерфейсів, завдяки яким СРП може взаємодіяти з іншими системами;
- використання при розробці СРП комплексу базових проектних рішень.

Виявлення слабких сигналів нейромережовими засобами. Задачу виявлення слабких сигналів у СРП за допомогою нейромережових технологій можна розділити на 2 частини:

1. Виявлення відхилень у діяльності підприємства.
2. Класифікація відхилень.

Для виявлення слабких сигналів спочатку здійснюється прогноз діяльності за певними показниками, статистично зібраними протягом діяльності підприємства. Коли в певний момент часу відхилення прогнозованого значення від реального фіксується, тоді є вплив чинників на появу слабого сигналу. Навчальна вибірка нейромережі формується на основі прикладів функціонування підприємства в кризових умовах (наявних слабких сигналів), які збережені у вигляді матриці. На основі цих даних здійснюється навчання нейромережі для класифікації сигналів.

Для прогнозування діяльності підприємства в СРП доцільно розглянути використання таких нейромереж, як імовірнісна, радіальних базисних функцій, зустрічного поширення [5] або універсальна нейромережа моделі геометричних перетворень (МГП) [4]. Аналіз вказаних нейромереж показує, що для виявлення слабких сигналів доцільно використовувати нейромережі МГП, особливостями яких є:

- 1) неітеративне високошвидкісне навчання;
- 2) висока точність навчання й узагальнення;
- 3) можливість розв'язувати задачі великої і надвеликої розмірності з прийнятними часовими затримками, а також можливість навчатись на невеликих вибірках;
- 4) універсальність моделей і алгоритмів для опрацювання даних різного походження;
- 5) повна повторюваність результатів, інваріантність для початкової ініціалізації;

6) можливість представлення даних у форматі чисел із фіксованою комою. Задачу виявлення слабких сигналів нейромеревими засобами в СРП можна розділити на 7 етапів.

На першому етапі реалізації методу виявлення слабких сигналів спочатку здійснюється збір і збереження для підприємства стратегічної інформації про зовнішні та внутрішні впливи на нього. Результатом такого опрацювання є виявлення основних груп впливу на підприємство й чинників впливу у кожній групі.

На другому етапі здійснюється числове оцінювання чинників впливу на підприємство та нормалізація числових значень чинників впливу з метою подальшого приведення до зручного для нейромережі формату вхідних даних. Для числового оцінювання чинників впливу використовують методи експертних оцінок, які ґрунтуються на багатоступеневому експертному опитуванні з подальшим опрацюванням методами економічної статистики або методами нечітких множин [1; 2]. Недоліком методів експертних оцінок є суб'єктивний елемент і можливість помилкового судження.

На третьому етапі виконується обчислення узагальненого інтегрального показника впливу на підприємство і побудова графіка динаміки щоквартальних змін реальних значень показника [3].

Задачами *четвертого етапу* є вибір типу нейронної мережі, визначення її структури (топології), вибір алгоритму навчання та функціонування. На рис. 2 показано можливу топологію нейромережі для задач прогнозування. Кількість входів залежить від кількості реальних значень показника, що беруться для прогнозування (передісторії), виходів – від кількості прогнозованих значень (періоду прогнозу). Кількість прихованих нейронів підбирають під час тестування нейромережі.

На п'ятому етапі відбувається формування навчальної вибірки, навчання й тестування нейронної мережі. При реалізації методу виявлення слабких сигналів здійснюється навчання нейромережі за даних за час t_1 і прогнозування на термін t_2 .

На шостому етапі формуються масиви вхідних даних, відбувається робота нейронної мережі та інтерпретація результатів. При цьому здійснюється побудова на термін t_2 графіка щоквартального прогнозу динаміки зміни узагальненого інтегрального показника впливу на підприємство. Надалі визначаються тенденції змін шляхом порівняння щоквартальних прогнозованих (обчислених за допомогою нейромережі) і реальних на підприємстві і визначення результату порівняння (різниці) h_j .

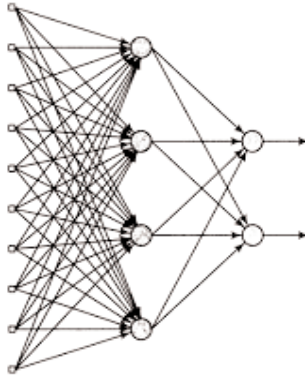


Рис. 2. Структура нейронної мережі з вхідним, прихованим і вихідним шарами [5]

Для виявлення слабких сигналів здійснюється порівняння порогової величини ε , яка визначається експериментальним шляхом зі значенням h_j . Якщо різниця h_j перевищує поріг ε , тобто коли $h_j > \varepsilon$, це означає, що виявлено слабкий сигнал, який зв'язаний з появою нової тенденції.

Останнім, *сьомим етапом* є класифікація виявленого слабого сигналу за такими параметрами:

1. *За характером сигналу:*

- про потенційні можливості, результати опрацювання яких можна використати для розвитку та забезпечення конкурентних переваг підприємства тощо;

- про потенційні загрози та ризики, які є важкопрогнозованими, спонтанними та приховують політичні, екологічні, фінансові й соціальні загрози.

2. *За джерелом походження сигналу:*

- макросередовище – сигнали, що формуються політичним, економічним, соціальним і технологічним середовищами;

- мікросередовище – сигнали від споживачів, постачальників і конкурентів;

- внутрішнє середовище підприємства – сигнали, зв'язані з маркетингом, фінансами та персоналом.

3. *За змістом сигналу:*

- економічні, які відображають розвиток економіки у державі, взаємодію економічних суб'єктів на міжнародному рівні, а саме особливості здійснення міжнародної торгівлі, міграцію робочої сили тощо;

- політичні, які утворюються в процесі формування державного устрою, проведення реформ, а також унаслідок міжнародних подій;

- технологічні, пов'язані з темпами розвитку науки, техніки й технологій, створенням прогресивних технологічних процесів і засобів;

- ринкові, які характеризують тенденції на внутрішніх і світових ринках, купівельну спроможність, звички, запити та поведінку споживачів, інформацію про конкурентів;

- соціальні, які визначають стан соціального забезпечення та напрямки задоволення соціально-гуманітарних потреб громадян відповідно до міжнародних стандартів.

4. *За часом надходження:*

- випереджальний;
- вчасний;
- із запізненням.

5. *За силою сигналу:*

- 1-го рівня – характеризуються мінімальним об'ємом інформації та ґрунтуються на інтуїції, непідтверджених даних і чутках про зміни, природа та джерело яких невідомі;

- 2-го рівня – виявляють джерело, галузь або організацію, де саме виникатимуть спонтанні явища, які мають характер потенційних можливостей чи загроз;

- 3-го рівня – коли інформація про природу можливостей чи загроз, тенденції їх розвитку, характер і масштаби є конкретною;

- 4-го рівня – керівництвом підприємства визначаються певні заходи, спрямовані на реалізацію потенційних можливостей, мінімізацію ризиків і нейтралізацію загроз;

- 5-го рівня – визначені керівництвом підприємства управлінські рішення є передбачуваними, їх результати можна оцінити.

Реалізація інтелектуальних компонентів СРП на основі нейромереж МГП забезпечує налаштування точності опрацювання вхідних даних різної розмірності з високою швидкодією.

Висновки:

1. Управління підприємством з використанням СРП ґрунтується на використанні системних процедур, декомпозиції оточуючого середовища підприємства на чинники впливу, числовому оцінюванні з урахуванням їх взаємодії, взаємозалежності та нейромережевому виявленні слабких сигналів і прийнятті на їх основі управлінських рішень.

2. Виявлення слабких сигналів забезпечує підприємству завчасне нарощування запасу гнучкості для усунення небезпек на ранніх стадіях або реагування на потенційні можливості.

3. Формування вхідних даних для нейромереж здійснюється на основі експертного аналізу накопиченої стратегічної інформації та з урахуванням ваг важливості.

4. Використання нейромереж МГП для виявлення та класифікації слабких сигналів забезпечує отримання результату з достатньою точністю і не вимагає спеціальних знань від менеджера.

1. *Ансофф И.* Новая корпоративная стратегия / Пер. с англ. – СПб.: ПитерКом., 1999. – 416 с.

2. *Ансофф И.* Стратегическое управление/ Сокр. пер. с англ.; Науч. ред. и авт. предисл. Л.И. Евенко. – М.: Экономика, 1989. – 519 с.

3. *Баклан І.В., Поплавська Ж.В., Цмоць О.І.* Виявлення та оцінка слабких сигналів у середовищі машинобудівного підприємства // Актуальні проблеми економіки.– 2011.– №5. – С. 257–271.

4. *Грицик В.В., Ткаченко Р.О.* Нові підходи до навчання штучних нейромереж // Доповіді Національної академії наук України.– 2002.– №11. – С. 59–65.

5. Хайкин С. Нейронные сети: Полный курс / Пер. с англ. – 2-е изд., испр. – М.: Вильямс, 2006. – 1104 с.
6. Fisher, L. (2011). Crashes, Crises, and Calamities: How We Can Use Science to Read the Early-Warning Signs. New York: Basic Books.
7. Gilad, B. (2003). Early Warning: Using Competitive Intelligence to Anticipate Market Shifts, Control Risk, and Create Powerful Strategies. New York: AMACOM.
8. Harremoes, P., et. al. (Eds.) (2002). The Precautionary Principle in the 20th Century: Late Lessons from Early Warnings. London: Earthscan Publications.
9. Jans, M., Lybaert, N., Vanhoof, K. (2010). Data Mining and Economic Crime Risk Management. In: Surveillance Technologies and Early Warning Systems: Data Mining Applications for Risk Detection (Premier Reference Source). Hershey: IGI Global. P. 205–227.
10. Ozgulbas, N., Koyuncugil, A.S. (2010). Financial Early Warning System for Risk Detection and Prevention from Financial Crisis. In: Surveillance Technologies and Early Warning Systems: Data Mining Applications for Risk Detection (Premier Reference Source). Hershey: IGI Global. P. 76–108.
11. Tsai, C.-F., Lu, Y.-H., Hsu, Y.-F. (2010). Bankruptcy Prediction by Supervised Machine Learning Techniques: A Comparative Study. In: Surveillance Technologies and Early Warning Systems: Data Mining Applications for Risk Detection (Premier Reference Source). Hershey: IGI Global. P. 128–143.

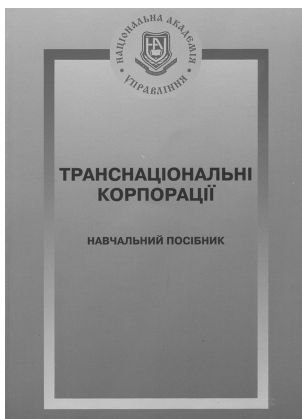
Стаття надійшла до редакції 30.07.2012.

КНИЖКОВИЙ СВІТ



СУЧАСНА ЕКОНОМІЧНА ТА ЮРИДИЧНА ОСВІТА
ПРЕСТИЖНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ УПРАВЛІННЯ

Україна, 01011, м. Київ, вул. Панаса Мирного, 26
E-mail: book@nam.kiev.ua
тел./факс 288-94-98, 280-80-56



Транснаціональні корпорації: Навчальний посібник. – К.: Національна академія управління, 2008. – 240 с.
Ціна без доставки – 25 грн.

Автори: **О.В. Зав'ялова, В.Є. Сахаров.**

У навчальному посібнику викладено теоретичні основи виникнення, становлення та розвитку транснаціональних корпорацій, механізм їхнього функціонування та вплив на світову економіку. Розглянуто систему національного і міжнародного регулювання ТНК.

Посібник містить також ситуаційні вправи, що дозволяє закріпити теоретичні знання шляхом виконання практичних завдань та обговорення ситуаційних вправ.

Призначений для студентів та викладачів вузів. Посібник стане корисним всім, хто цікавиться проблемами транснаціоналізації світової економіки.