

УДК 65.012.8:631.11

Іванченко Н.О.

кандидат економічних наук, доцент,  
Національний авіаційний університет

## АДАПТИВНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ПІДПРИЄМСТВА

### ADAPTIVE MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM OF ECONOMIC SECURITY

#### АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто методики та підходи, які використовуються для створення адаптивної системи моніторингу та управління економічною безпекою підприємства. Обґрунтовано, що завдяки введенню нечіткості в онтологію та переходу від звичайних онтологій до нечітких система придатна для вирішення складних логічних завдань в умовах нечіткої невизначеності і опрацювання інформації в реальному масштабі часу пошуку нечіткого логічного висновку та дозволяє виконувати паралельну, керовану потоком активну обробку даних про стан економічної безпеки підприємства.

**Ключові слова:** адаптивна система моніторингу, економічна безпека підприємства, нечіткий логічний висновок, нечітка онтологія.

#### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены методы и подходы, которые используются для создания адаптивной системы мониторинга и управления экономической безопасностью предприятия. Обосновано, что благодаря введению нечеткости в онтологию и переходу от обычных онтологий к нечетким система пригодна для решения сложных логических задач в условиях нечеткой неопределенности и обработки информации в реальном масштабе времени поиска нечеткого логического вывода и позволяет выполнять параллельную, управляемую потоком активную обработку данных о состоянии экономической безопасности предприятия.

**Ключевые слова:** адаптивная система мониторинга, экономическая безопасность предприятия, нечеткий логический вывод, нечеткая онтология.

#### ANNOTATION

The article described the methods and approaches used to create adaptive monitoring and management of economic security. Proved that through the introduction of fuzziness in the ontology, and the transition from conventional ontologies to fuzzy system suitable to solve complex logical problems in terms of fuzzy uncertainty and processing information in real-time search fuzzy inference, and allows you to perform parallel, controlled flow, active handling data on the economic security.

**Keywords:** adaptive monitoring system, economic security, fuzzy inference, fuzzy ontology.

**Постановка проблеми.** Система управління ЕкБП характеризуються великою кількістю індикаторів, високим рівнем динамічності соціально-економічних процесів, впливом особистості на процес розробки стратегічних програм, залежністю прийнятих стратегічних рішень управління від суб'єктивних знань людини, що приймає рішення (ЛПР) [4].

У статті поставлено задачу опису створення адаптивної системи моніторингу та управління ЕкБП за рахунок уведення нечіткого семантико-онтологічного ядра в складі блоків: онтології потенціалів, бази фактів потенціалів, машини чіткого висновку, онтології завдань

для потенціалів, онтології методів вирішення завдань потенціалів, аксіом бази чітких правил, предикатів бази чітких правил, переходу до нечіткості, прийняття рішень, нечіткої бази знань, переходу до чіткого (числового) значення, виведення показників ЕкБП, розрахунку ЕкБП рівень, та нових блоків. Запропонована система компонується з нечіткою онтологією представлення бази знань, яка враховує наявні індикатори роботи функціональних підсистем потенціалів: фінансового, маркетингового, техніко-технологічного, кадрового та інтелектуального, політико-правового, інформаційно-аналітичного, логістичного, екологічного, силового, ринкового, інтерфейсного і т. п., що дозволяє отримати оптимальне рішення та визначити стратегії управління ЕкБП [2; 3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питаннями розробки системи управління економічною безпекою займалися такі науковці, як А.М. Штангрет, Є.А. Олейніков, М. Бендиктов, Є Хрустальов та ін. У сучасній науці існує широкий інструментарій моделей та методів побудови системи управління економічною безпеки. Сьогодні актуальними є задачі пошуку ефективних об'єктивних стратегій управління функціональними потенціалами економічної безпеки підприємства (ЕкБП) в умовах нечіткості, конфлікту та породженого цим ризику.

**Мета статті** полягає в описі основних блоків створення адаптивної системи моніторингу та управління ЕкБП.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Доменний простір потенціалів (ДП) – це сфера дій та інтересів безпеки підприємства, в умовах яких здійснюються моніторинг та управління ЕкБП. Нечіткі знання ДП ЕкБП формулюються в термінах відповідної онтології класу. Нечітке семантико-онтологічне ядро ДП ЕкБП є:

$$COЯ_{ЕкБП} = \langle O_{ЕкБП} \cap BФ, A, B, R_L, R_P, AX, NBЗ_{ЕкБП} \rangle;$$

$O_{ЕкБП}$  – онтологія ДП ЕкБП;

$BФ$  – база фактів (структурованих по онтології  $O_{ЕкБП}$ );

$BЗ = O_{ЕкБП} \cap BФ$  – база знань;

$A$  – множина нечітких понять станів потенціалів ДП ЕкБП;

$B$  – множина нечітких змінних індикаторів ДП ЕкБП;

$R_L$  – множина логічних правил прийняття рішень (лінгвістичні категорії);

$R_F$  – множина базових нечітких  $n$ -х відносин (включаючи нечіткі таксономічні відносини);

$AX$  – множина аксіом;

$НБЗ_{ЕкБП}$  – нечітка база знань є результатом інтеграції декількох баз знань функціональних потенціалів, кожна з яких описує свій потенціал ДП ЕкБП.

$$НБЗ_{ЕкБП} = \bigcup_{g=1}^N \left( \bigcup_{p=1}^{k_j} \left[ w_{jp} \bigcap_{i=1}^n (x_i = a_i^{jp}) \right] \right)_{j=1, 2, \dots, m, i=1, 2, \dots, n, g=1, 2, \dots, N}$$

$y_g = d_j^g$  для всіх  $j=1, 2, \dots, m$

де  $g=1, 2, \dots, N$  – кількість потенціалів ЕкБП;

$a_i^{jp}$  – нечіткий терм, яким оцінюється індикатор (змінна)  $x_i$  у рядку з номером  $jp$  ( $p=1, 2, \dots, k_j$ );  $k_j$  – кількість рядків – кон'юнкцій, у яких вихід  $y$  оцінюється нечітким термом  $d_j$ ,  $j=1, 2, \dots, m$ ;  $m$  – кількість термів, використовуваних для лінгвістичної оцінки вихідного параметра  $y_g \rightarrow Y_g$  ЕкБП потенціалу;  $w_{jp}$  – вага  $p$ -го рядка кон'юнкцій  $j$ -го правила бази знань.

Рівень безпеки:  $ЕкБП_{рівень} = \sum_{g=1}^N W_g Y_g, g=1, 2, \dots, N,$

де  $W_g$  – питома вага доменування (значущості)  $g$ -го потенціалу для економічної безпеки підприємства;  $Y_g$  – числовий рівень безпеки  $g$ -го потенціалу.

Переваги та ефективність пропонованої системи досягаються за рахунок:

- 1) Створення нечіткого семантико-онтологічного ядра АС.
- 2) Уведення блоків: онтології потенціалів, бази фактів потенціалів, машини чіткого висновку, онтології завдань для потенціалів, онтології методів вирішення завдань потенціалів, аксіом бази чітких правил, предикатів бази чіт-

ких правил, переходу до нечіткості, прийняття рішень, нечіткої бази знань, переходу до чіткого (числового) значення, виведення показників ЕкБП, розрахунку  $ЕкБП_{рівень}$ , для забезпечення моніторингу та управління безпекою.

3) У систему з метою нечіткого онтологічного опису ЕкБП, а також прийняття слабо структурованих рішень в умовах нечіткої невизначеності введена нечітка онтологія представлення бази знань.

4) Завдяки введенню нечіткості в онтологію та переходу від звичайних онтологій до нечітких система придатна для вирішення складних логічних завдань в умовах нечіткої невизначеності ДП ЕкБП і опрацювання інформації в реальному масштабі часу пошуку нечіткого логічного висновку та дозволяє виконувати паралельну, керовану потоком активну обробку даних.

Схему адаптивної системи моніторингу та управління економічною безпекою підприємства складається з послідовно-паралельно з'єднаних блоків  $N$  – функціональних підсистем представлено на рис. 1.

1) блоки 1.1÷1.N – функціональні підсистеми (об'єкти управління) всіх потенціалів: фінансового, маркетингового, техніко-технологічного, кадрового та інтелектуального, політико-правового, інформаційно-аналітичного, логістичного, екологічного, силового, ринкового, інтерфейсного та ін., які надають індикатори роботи підприємства – вхідні чіткі дані;

2) блоки 2÷14 – нечітке семантико-онтологічне ядро автоматизованої системи (АС);

3) блоки 2.1÷2.N – онтології потенціалів – ДП ЕкБП, які включають класи, фрейми, слоти та факти;

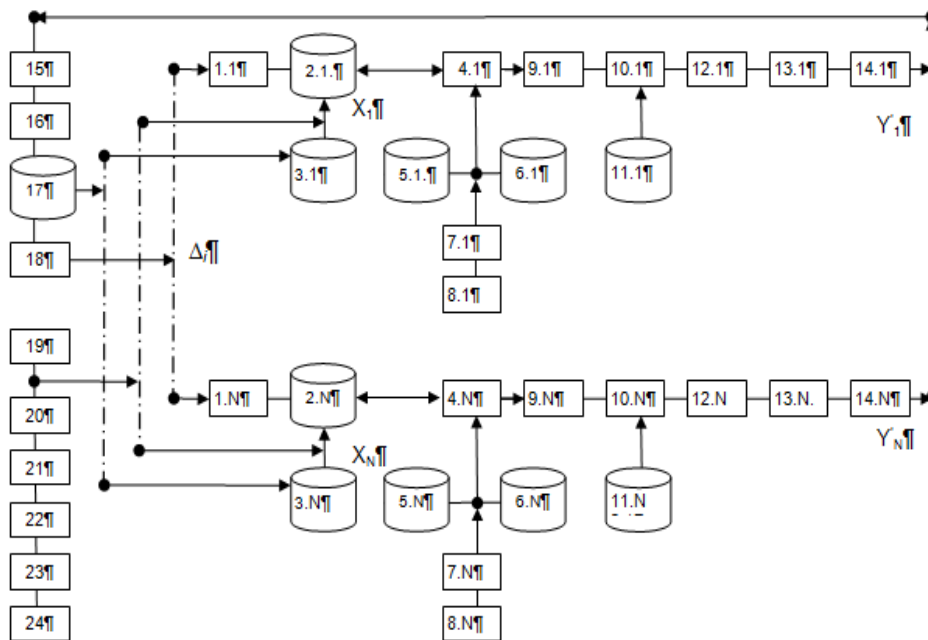


Рис. 1. Схема адаптивної системи моніторингу та управління економічною безпекою підприємства

- 4) блоки 3.1÷3.N – бази фактів потенціалів;
- 5) блоки 4.1÷4.N – машини чіткого висновку;
- 6) блоки 5.1÷5.N – онтології завдань для потенціалів;
- 7) блоки 6.1÷6.N – онтології методів вирішення завдань потенціалів;
- 8) блоки 7.1÷7.N – аксіоми бази чітких правил;
- 9) блоки 8.1÷8.N – предикати бази чітких правил;
- 10) блоки 9.1÷9.N – переходу до нечіткості;
- 11) блоки 10.1÷10.N – прийняття рішень;
- 12) блоки 11.1÷11.N – нечіткої бази знань ДП ЕкБП;
- 13) блоки 12.1÷12.N – переходу до чіткого (числового) значення;
- 14) блоки 13.1÷13.N – виведення показників ЕкБП;
- 15) блоки 14.1÷14.N – розрахунку ЕкБПрівень;
- Блоки 15÷18 – серверна частина АС:
- 16) блок 15 – уведення поточних даних показників ЕкБП;
- 17) блок 16 – менеджер мережі, обслуговуючий сховище даних;
- 18) блок 17 – сховище даних (СхД) та система управління базами даних (СУБД);
- 19) блок 18 – вибір стратегії управління функціональними потенціалами ЕкБП;
- Блоки 19÷24 – клієнтська частина АС:
- 20) блок 19 – багаторівневий редактор онтологій і знань;
- 21) блок 20 – редактор вирішувачів завдань;
- 22) блок 21 – спеціалізований редактор формул;
- 23) блок 22 – аналізу, верифікації, поповнення та навігації по контенту;
- 24) блок 23 – візуалізації онтологій у вигляді графів і екранних форм;
- 25) блок 24 – конвертування та імпорту онтологій у різні стандарти форматів.

На цьому рисунку також зображено наступне:  $X_1 \div X_N$  – інформація про вхідні дані (факти) індикатори потенціалів у числовому значенні;  $Y_1 \div Y_N$  – отримані знання ЕкБП рівень у часі;  $\Delta_i = Y_i - Y_{i+1}$  – відхилення ЕкБП рівень;

Функціональні підсистеми (блоки 1.1÷1.N) надають інформацію про значення індикаторів ДП ЕкБП у семантико-онтологічне ядро АС. Структура таксономії інформації визначена класами, фреймами, слотами, фактами онтології потенціалів (блоки 2.1÷2.N).

Нечітке семантико-онтологічне ядро АС (блоки 2÷14), яке забезпечує оброблення і зберігання інформації у вигляді онтологій потенціалів (блоки 2.1÷2.N), онтології завдань для потенціалів (блоки 5.1÷5.N), онтології методів вирішення завдань потенціалів (блоки 6.1÷6.N), які підтримують роботу з базою фактів потенціалів (блоки 3.1÷3.N), аксіомами (блоки 7.1÷7.N), предикатами (блоки 8.1÷8.N).

Загальні для розділів фрагменти знань і онтологій зберігаються один раз і повторно

використовуються в інших розділах, тому система дозволяє додавання онтологій нових розділів ДП, якщо їх структура онтологій описується онтологією завдань (блоки 5.1÷5.N).

Онтологія методів вирішення завдань також містить підпрограми, що реалізують операції і відносини над елементами онтологій – класами, фреймами, слотами, фактами (блоки 6.1÷6.N).

Методи в дану онтологію можуть додаватися або вручну, або системою автоматичного формування методів. Якщо число класів завдань нескінченне, то це система автоматичного формування методів рішення задач.

При розв'язанні завдання машина чіткого висновку (блок 4.1÷4.N) буде план прийняття рішення і звертається до онтології потенціалів ДП ЕкБП (блоки 2.1÷2.N) та онтології завдань (блок 5.1÷5.N), де представлені зв'язки між завданнями, модулями прийняття рішень і вирішувачами. При цьому машина чіткого висновку вибирає з репозитарію необхідні модулі прийняття рішень і послідовно передає їх на виконання відповідним вирішувачам. Результати розв'язання передаються в систему нечіткого висновку та пояснень та викладаються в класах та слотах даних онтології потенціалів АС.

Система нечіткого висновку та пояснень складається з блоків:

- Переходу до нечіткості (блок 9.1÷9.N), який перетворює чисельні вхідні значення в ступінь відповідності лінгвістичним змінним.
- НБЗ ДП ЕкБП (блок 11.1÷11.N), яка містить набір нечітких правил, функцій приналежності нечітких множин, множин вхідних і вихідних лінгвістичних змінних з відповідними їм множинами терма, множин чітких змінних, множин продукційних правил, що включають умову застосовності правила, посилку та висновок.
- Блок прийняття рішень (блоки 10.1÷10.N), який виконує операції виведення на основі існуючих правил.
- Блок переходу до чіткого (числового) значення (блок 12.1÷12.N), що перетворює результати виведення в чисельні значення.

АС на онтології з нечіткими знаннями формує не тільки результати розв'язання завдання, але й їх пояснення. Тому компонентою системи, заснованої на знаннях, є модулі виведення показників ЕкБП (блок 13.1÷13.N) та розрахунку сигналів по заданих потенціалах (блок 14.1÷14.N).

АС може працювати з автоматизованою системою управління підприємством (АСУП), тобто автоматично обробляти вхідні значення користувачів у реальному масштабі часу (блок 15), та видавати інформацію про стан ЕкБП у серверну частину АС до менеджера мережі (блок 16), який обслуговує зберігання інформації (фактів) в сховищі даних (блок 17). Вибір стратегії управління функціональними потенціалами ЕкБП забезпечує блок 18 [5; 6].

Клієнтська частина АС містить інтерфейс редакторів (блоки 19-23). Для розробки онтологій ЕкБП потрібен багаторівневий редактор, що надає розвинені інтерактивні засоби створення, редагування і супроводу онтологій для користувачів різних рівнів – інженерів знань і експертів (блок 19). Якщо тільки частина онтології або знань структурована, то компонентом повинен бути спеціалізований редактор формул, що дозволяє задавати онтологічні угоди і знання у вигляді формул (блок 21). Редактори аналізу, верифікації, поповнення та навігації по контенту (блок 22) дозволяють уводити в контент знання і факти в ручному режимі.

Результати рішення задач також можуть представлятися в графічному вигляді, для чого використовуються спеціальні компоненти, завданням яких є перетворення вербально представленої інформації в графічне представлення (блок 23).

Редактор також повинен дозволяти конвертування та імпортувати онтологій у різні стандарти форматів (блок 24).

**Висновки.** Адаптивна система моніторингу та управління економічною безпекою підприємства, що містить об'єкти управління, які надають чіткі поточні значення індикаторів роботи підприємства, яка відрізняється тим, що введено нечітке семантико-онтологічне ядро у складі блоків: онтології потенціалів, до якої підключені блоки: об'єкти управління, бази фактів потенціалів, багаторівневий редактор онтологій і знань, редактор вирішувачів завдань, спеціалізований редактор формул, аналізу, верифікації, поповнення та навігації по контенту, візуалізації онтологій у вигляді графів і екранних форм, конвертування та імпорту онтологій у різні стандарти форматів, а вихід блоку онтології потенціалів з'єднаний із блоком машини чіткого висновку, до якої підключені блоки: онтології завдань для потенціалів, онтології методів вирішення завдань потенціалів,

аксіом бази чітких правил, предикатів бази чітких правил, вихід блоку машини чіткого висновку з'єднано з блоком переходу до нечіткості, а вихід його з'єднано з блоком прийняття рішень, який з'єднано з блоком нечіткої бази знань, а вихід блоку прийняття рішень з'єднано з блоком переходу до чіткого (числового) значення, вихід якого з'єднано з блоком виведення показників безпеки, вихід якого з'єднано з блоком розрахунку рівня безпеки, вихід якого з'єднано з блоком уведення поточних даних показників безпеки, вихід якого з'єднано з блоком менеджера мережі, вихід якого з'єднано з блоком систем управління базами даних, вихід якого з'єднано з блоком вибору стратегії управління функціональними потенціалами ЕкБП, вихід якого з'єднано з блоком об'єктів управління.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Ковальов Д. Кількісна оцінка рівня економічної безпеки підприємства / Д. Ковальов, І. Плетникова // *Економіка України*. – 2000. – № 4. – С. 35–40.
2. Основы экономической безопасности (государство, регион, предприятие личность) / Под ред. Е.А. Олейникова. – М., 1997. – 288 с.
3. Бендиктов М. Экономическая безопасность наукоемких производств / М. Бендиктов, Е. Хрусталева // *Вопросы экономики*. – 1999. – № 9. – С. 9–16.
4. Штангрет А.М. Ключові аспекти створення системи економічної безпеки на підприємстві / А.М. Штангрет // *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів (лютий 2008 р.)*. – Львів : Укр. акад. друкарства. – 2008. – С. 146.
5. Іванченко Н.О. Особенности формирования адаптивной стратегии экономической безопасности предприятия / Н.О. Иванченко // *Карельский научный журнал*. – 2014. – Вып. 2(7). – С. 53–57.
6. Іванченко Н.О. Нечітка семантико-онтологічна модель бази знань доменного простору економічної безпеки підприємства / Н.О. Іванченко // *Науковий вісник Херсонського державного університету*. – 2014. – Ч. 5. – С. 231–235.