

УДК 004.891.2

М.Л. Чернова

Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ПЕРЕВІРКА ЕФЕКТИВНОСТІ РЕФЛЕКТОРНОЇ ЕКСПЕРТНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ІНВЕСТИЦІЙНИХ ПРОПОЗИЦІЙ

*Виділено та формалізовано підхід, а також викладено результати тестування рефлекторної експертної системи оцінки інвестиційних пропозицій, що було втілено у вигляді застосування.*

**Ключові слова:** рефлекторна експертна система, девелопмент, підтримка прийняття рішень

### Постановка проблеми

Рефлекторна експертна система (РЕКС) оцінки інвестиційних пропозицій є однією з рефлекторних інтелектуальних систем. Рефлекторність - найпростіша, несвідома відповідь організму (системи) на подразнення [1]. Умовні рефлекси виникають в процесі індивідуального розвитку і нагромадження нових навичок – вироблення нових зв'язків між накопиченими даними, подіями.

Система підтримки прийняття рішень вибирає відповідь на основі накопиченого досвіду (бази знань) відповідно до зовнішнього запиту на основі теорії несилової взаємодії.

Проблема з використанням класичної теорії інформації для опису інформаційних процесів на рівні взаємодії самостійно керованих (у тому числі і живих) систем відома давно [2]. Визначено, як порахувати кількість інформації, виходячи зі зміни ентропії системи. Але як визначити важливість інформації, її вплив на ухвалені рішення, її величину в процесах інформаційної взаємодії в суспільстві, невідомо.

У прямому вигляді ця проблема в інформатиці та кібернетиці не ставиться. Вважається, що процеси взаємодії на рівні самокерованих систем формуються самою предметною областю, в якій функціонують ці системи. Їх опис інваріантний по відношенню до специфіки цих областей.

У теорії несилової взаємодії погляд на взаємодію об'єктів, проектів чи інших структур розглядається з природничих позицій. Рух в природі задається не зовнішнім «силовим примусом», а «внутрішньою функціональністю» матеріальних утворень, яка змінюється внаслідок несилового

(інформаційного) впливу інших утворень (у такій моделі поля, що формують гравітаційне, електромагнітне, слабку і сильну ядерні взаємодії – носії інформації) [3]. З цього випливає, що в основі взаємодій, які поки розуміються як силові, знаходяться інформаційні причини; в основі руху лежить «внутрішня функціональність» матеріальних утворень; несилові взаємодії властиві не тільки живим, але і неживим об'єктам і їхні закони єдині на будь-якому рівні існування матерії. Тому несилова (інформаційна) взаємодія людини повинна мати аналог і на мікрорівні природи.

Для доказу розглядається, що подання руху через внутрішню функціональність матеріальних утворень значно спрощує і пояснює ряд фізичних законів. Розкриваючи через закони руху інформаційну природу матеріальних утворень, розроблена система моделей і методів зміни внутрішньої організації природних інтелектуальних систем в процесах несилової взаємодії. Ця система моделей і методів використовується для побудови систем штучного інтелекту [4].

Рефлекторна експертна система – це система штучного інтелекту. Вона, як експертна система, умовно ділиться на дві частини – модель навчання і модель прийняття рішення. Система навчається на основі інвестиційних девелоперських проектів.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Попередні дослідження щодо розробки рефлекторної експертної системи оцінки інвестиційних пропозицій було викладено в попередніх статтях, де було:

**ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ  
ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ  
РЕФЛЕКТОРНОЙ  
ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ  
ОЦЕНКИ  
ИНВЕСТИЦИОННЫХ  
ПРЕДЛОЖЕНИЙ**

*Выделено и формализовано подход, а также результаты тестирования экспертной системы оценки инвестиционных предложений, которая была воплощена в виде приложения.*

**EXPERIMENTAL REFLEX  
VERIFICATION THE  
EFFECTIVENESS OF EXPERT  
SYSTEM FOR EVALUATION OF  
INVESTMENT PROPOSALS**

*Allocated and formalized approach and the results the expert system for evaluation of investment proposals testing, which was embodied in the form of application.*

- проаналізовано предметну область досліджень з визначенням основних методів і засобів оцінки інвестиційних пропозицій [3];

- класифіковано та формалізовано впливи на прийняття рішення про інвестування в девелоперські проекти [5];

- розроблено математичну модель оцінки інвестиційних пропозицій [6];

- розроблено концепції створення систем ОПП [7];

- визначено структуру системи ОПП;

- розроблено модулі і БЗ системи.

Але в цих роботах не було наведено результати експериментальних досліджень – наскільки застосування розроблених моделей і методів рефлексорних систем оцінки інвестиційних пропозицій є вигідним для девелоперів.

### Формулювання мети статті

Метою статті є викладення підходу та результатів тестування рефлексорної експертної системи оцінки інвестиційних пропозицій.

### Виклад основного матеріалу

Рефлексорна експертна система оцінки інвестиційних пропозицій повинна якісно і швидко оцінювати інвестиційні проекти і рекомендувати девелоперам вигідні умови вкладання коштів.

Для цього в експертній системі оцінки інвестиційних пропозицій було застосовано [3; 5-7]:

1. Експертний метод:

1.1. Телефонне опитування експертів в галузі прийняття рішень про інвестування девелоперських проектів – визначалось, якими програмними продуктами вони для цього користуються.

1.2. Мозковий штурм – зібрання експертів в галузі прийняття рішень про інвестування в девелоперські проекти для визначення властивостей розроблюваної системи та полів документів, які будуть зберігатися в БЗ.

2. Аналітичний та статистичний методи – для розв'язання існуючого рефлексорного експертного алгоритму, аби алгоритм міг враховувати значення ще незаповнених параметрів, а також успішні та неуспішні проекти.

3. Ситуаційне моделювання – для розробки частини системи, що відповідає за логічний опис інвестиційного проекту за допомогою документа та параметрів, враховуючи повний опис ситуацій в області оцінки інвестиційних пропозицій на основі застосування теорії несилової взаємодії.

В результаті чого було науково розширено математичні основи побудови рефлексорних експертних систем та розроблено їх застосування до нової предметної області – девелоперських проектів.

Для цього:

– запропоновано нову модель інформаційної взаємодії параметрів, які описують інвестиційний проект при його оцінці, що дає можливість формалізувати процес розрахунку числової міри важливості цих пропозицій;

– розроблено метод опису ситуацій в області оцінки інвестиційних пропозицій як середовища об'єктів, між якими реалізуються інформаційні взаємодії, що дозволяє прогнозувати розвиток цього середовища на основі застосування математичного апарату теорії несилової взаємодії;

– запропоновано методи розрахунку взаємозв'язків параметрів документів з використанням їх статистичних характеристик в середовищі об'єктів несилової взаємодії, з врахуванням успішності чи неуспішності виконаного інвестиційного проекту, що дозволяє підвищити точність розрахунків;

– вдосконалено методи рефлексорного реагування та прогнозування дій в процесі оцінки інвестиційних пропозицій за рахунок удосконалення науково-методичних підходів до формування прогнозного рішення в ситуації, коли треба спрогнозувати більше одного параметра в документі, шляхом розрахунку сукупної вірогідності параметрів, що дає змогу комплексно оцінювати інвестиційну пропозицію;

– набув подальшого розвитку метод ідентифікації моделей за способом розрахунку прогнозних параметрів на основі застосування теорії несилової взаємодії, що забезпечує інтеграцію прогнозних і відомих параметрів і підвищує точність розрахунків;

– набув подальшого розвитку метод врахування довільного тексту, в основі якого знаходяться формалізація діалектичних зв'язків при збереженні параметрів типу «вільний текст», що дозволяє знизити трудовитрати на формалізацію параметрів, що описують інвестиційні пропозиції;

– представлення інформації щодо оцінки інвестиційних пропозицій в БЗ інтелектуальної системи – кожна інвестиційна пропозиція описується документом, що зберігає цілісність даних як проект, що дозволяє зберігати і аналізувати потенційні та виконані проекти компанії.

В результаті дослідження було розвинуто методи та моделі побудови рефлексорних експертних систем, які базуються на концепції несилової взаємодії в області інтелектуальної діяльності людини і описуються математичним апаратом теорії несилової взаємодії (ТНВ). Класифіковано та формалізовано впливи на прийняття рішення про інвестування в девелоперські проекти. Для прийняття рішення враховуються не тільки параметри документів зі

значеннями та зв'язками між собою, а й успішність чи неуспішність проекту, а також враховуються можливі значення, що можуть набувати інші параметри документа, що необхідно врахувати.

Ці результати створення наукових інструментів рефлекторних експертних систем мають велике практичне значення. Це: методичні підходи до формування опису ситуацій в області оцінки інвестиційних пропозицій на основі застосування ТНВ (навіть із застосуванням довільного тексту). Проведені дослідження дозволили створити застосування на базі розробленого рефлекторного експертного методу оцінки інвестиційних пропозицій, який необхідно було перевірити на практичному прикладі.

Для тестування системи було використано розрахунок одних і тих самих вхідних даних двома методами: рефлекторним експертним та Байєса. Фінансові методи були одразу відкинуті, оскільки не оперують всіма впливами, такими як інфраструктура, природні характеристики тощо. Порівняння проводилося з методом Байєса на базі експертних оцінок у галузі девелопменту. Тестування системи проводилося з використанням інформації, яка подається в спеціалізованих виданнях з девелопменту. В них періодично виходили статті з оцінкою девелоперських проектів експертами.

Всього таких проектів оцінювалось 12. Для тестування 10 з них були внесені в базу як навчальні, а 2 – контрольні. Рішення були прийняті з високою впевненістю – відповіді збіглися на 100%. Один контрольний документ був узятий з одним невідомим параметром, а другий з двома.

Крім того було порівняно розрахунок подібної задачі РЕКС і методом Байєса. Результати тестувань наведені у таблиці.

Таблиця

**Результати порівняльних тестувань методів розрахунку інвестиційних пропозицій рефлекторним методом і методом Байєса**

Номер	% правильно складеного прогнозу методом РЕКС	% правильно складеного прогнозу методом Байєса
1	73,4	62,5
2	76,3	64,6
3	71,1	58,5

Для використання рефлекторним експертним методом ці дані з журналу були формалізовані, приклад наведено на рис. 1 – кожна інвестиційна пропозиція складалася з набору параметрів, кожному параметру було дано чотири варіанти значень, що мали свою кодифікацію.

Як бачимо, результати запропоновані системою збігаються з результатами, що запропонували експерти.

Таким чином експериментально доведено, що рефлекторний експертний метод оцінки інвестиційних пропозицій дає точніші результати (в середньому на 11,4%), ніж інші методи оцінки інвестиційних пропозицій. Така якість розрахунків пояснюється тим, що рефлекторний метод використовує модель розрахунків, що наближена до людського мислення і заснована на теорії несилової взаємодії.

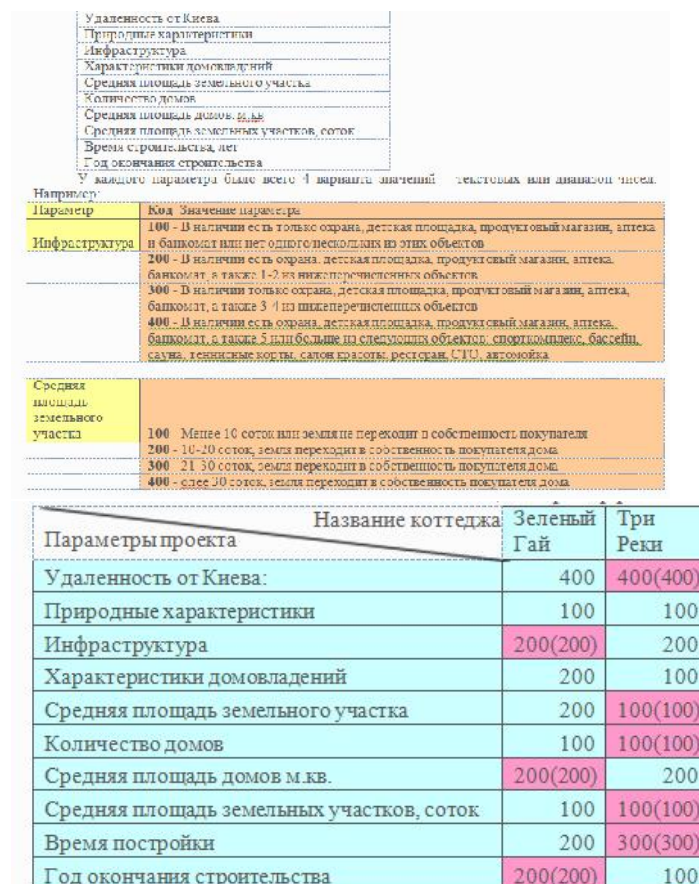


Рис. 1. Формалізація параметрів опису інвестиційної пропозиції для розрахунку рефлекторним експертним методом з представленням результату

**Висновки та перспективи подальших досліджень**

Розроблене застосування являє собою ще один крок в області автоматизації прийняття рішення, в даному випадку на основі моделей і методів рефлекторних експертних систем. Збагачено методи підтримки прийняття рішень новим експертним методом в галузі оцінки інвестиційних девелоперських проектів. Результати можуть бути використані для практичної оцінки інвестиційних пропозицій у будь-якій сфері, до якої можна застосувати проектний підхід.

Перспективи подальших досліджень можуть проводитися у напрямку врахування показників старіння інформації, оскільки в розробленій системі статистика навіть десятирічної давності використовується з таким же пріоритетом, як і минулорічної, що є не завжди коректно.

### Список літератури

1. Уотермен Д. Руководство по экспертным системам/Уотермен Д.// — М.: Мир, 1989. — 388 с.
2. Davis G. Management Information Systems: Conceptual Foundations, Structure, and Development / Davis G.//— NY.: McGraw-Hill, 1974. — 638p.
3. Тесля Ю.М. Застосування рефлексорного підходу до побудови інтелектуальних систем оцінки інвестиційних пропозицій/ Ю.М. Тесля, П.В. Каюк, М.Л. Чернова// Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини №73. Всеукраїнський збірник наукових праць. Київ: 2009. — с. 82-87.
4. Ю.М. Тесля. Введение в интроформатику природы / Юрий Тесля: Монография. — К: Маклаут, 2010. — 255 с.
5. Тесля Ю.М., Каюк П.В., Чернова М.Л. Формалізація та аналіз впливів на прийняття рішення експертом при оцінці інвестицій в девелоперські проекти/ Ю.М. Тесля, П.В. Каюк, М.Л. Чернова// Управління розвитком складних систем №7. Науково-техн. зб. — К., —С. 26-30.
6. Тесля Ю.М., Каюк П.В., Чернова М.Л., Чорний О.Ю. Математичні засади побудови рефлексорних експертних систем оцінки інвестиційних пропозицій в девелопменті/Ю.М. Тесля, П.В. Каюк, М.Л. Чернова// Управління розвитком складних систем №6. Науково-техн. зб. — К., 2010. — С. 43-49.
7. Тесля Ю.М., Каюк П.В., Чернова М.Л. Операции над содержательной информацией в рефлексорных интеллектуальных системах/ Ю.М. Тесля, П.В. Каюк, М.Л. Чернова// Управління розвитком складних систем №2. Науково-техн. зб. —К., 2010. — С. 31-36.

Стаття надійшла до редколегії 15.10.2012

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. С.Д. Бушуєв, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.