

## СППР НА МОБІЛЬНОМУ ПРИСТРОЇ ДЛЯ ДОВГОСТРОКОВОГО ІНВЕСТУВАННЯ КУПІВЛІ ЗЕМЕЛЬ

*У статті розглянуто особливості вирішення багатокритеріальних задач вибору та розробка системою підтримки прийняття рішень для інвестування купівлі земель на базі методу аналізу ієрархій та методу аналізу мереж з використанням прогнозування показників, які впливають на прийняття рішення. Проведено аналітичний огляд методів аналізу систем підтримки прийняття рішень, обрано адаптивні методи регресійного аналізу взаємозалежних часових рядів. Виконано порівняльний аналіз результатів MAI та MAM на основі задачі вибору інвестиційної земельної ділянки серед запропонованих.*

**Ключові слова:** багатокритеріальний аналіз, система підтримки прийняття рішень, метод аналізу ієрархій, метод аналізу мереж, регресійний аналіз взаємозалежних часових рядів.

*В данной работе рассматриваются особенности решения многокритериальных задач выбора и разработка системы поддержки принятия решений для инвестирования покупки земель на основе метода анализа иерархий и метода анализа сетей с использованием прогнозирования показателей, влияющих на принятие решения. Проведен аналитический обзор методов анализа систем поддержки принятия решений, избранные адаптивные методы регрессионного анализа взаимосвязанных временных рядов. Выполнен сравнительный анализ результатов MAI и MAC на основе задачи выбора инвестиционной земельного участка среди предложенных.*

**Ключевые слова:** многокритериальный анализ, система поддержки принятия решений, метод анализа иерархий, метод анализа сетей, регрессионный анализ взаимосвязанных временных рядов.

*The following research deals with peculiarities of multicriteria selecting tasks resolving; and with creating the support system for decision making in the field of investments in buying land, on the basis of hierarchy analysis method with usage of prediction factors affecting a decision. The review was made on the method of analysis of support systems for making decisions, the specific adaptive methods of regression analysis and paying attention to its interrelation. A comparative analysis of the MAI and the MAC based on the problem of choosing a land plot of investment proposed.*

**Key words:** multi-criteria analysis, decision support system, the method of analysis of hierarchies, the method of network analysis, regression analysis of related time series.

**Вступ.** Дослідження проблеми інвестування завжди знаходилось у центрі уваги економічної думки. Це зумовлено тим, що інвестиції торкаються найглибших основ господарської діяльності, визначають процес економічного зростання в цілому. У сучасних умовах вони виступають найважливішим засобом забезпечення умов виходу з економічної кризи, структурних зрушень у народному господарстві, зростання технічного прогресу, підвищення якісних показників господарської діяльності на мікро- і макрорівнях. Активізація інвестиційного процесу є одним із надійніших механізмів соціально-економічних перетворень [1].

Існує досить багато способів інвестування власних засобів для захисту їх від інфляції та отримання додаткового доходу. Одним із таких способів є покупка землі, причому слід зазначити, що за своєю прибутковістю такий спосіб вкладення капіталу іноді перевищує вкладення в нерухомість.

Інвестиції в землю можна розцінювати тільки як довгострокове капіталовкладення, оскільки розраховувати на подорожчання можна тільки через кілька років, так само як покупка золота або вкладення в нерухомість. Для того, щоб ділянка землі значно подорожчала, потрібен певний час

або обставини, за яких виростуть ціни на землю. Тільки після цього можна отримати довгоочікуваний прибуток.

Погляд на систему підтримки прийняття рішень інвестування покупки земель, як реалізацію потужного програмного комплексу – це основа цієї роботи.

**Постановка задачі.** Аналітичний огляд програмного забезпечення систем підтримки прийняття рішень показав, що існують програмні забезпечення для окремих фірм та для вирішення певних завдань. Усі програмні продукти розроблено для використання на персональних комп'ютерах. Саме тому розробка універсальної СППР для вирішення завдань щодо інвестування на мобільному пристрої є актуальною задачею.

Для цього необхідно:

- провести аналітичний огляд методів прогнозування взаємозалежних часових рядів та систем підтримки прийняття рішень;
- провести аналіз критеріїв для підтримки прийняття рішень та можливих альтернатив для вибору рішення;
- провести розробку та реалізацію алгоритмів прогнозування даних та СППР для інвестування;
- створити інформаційно-аналітичну систему, яка поєднує базу даних необхідної інформації та аналітичний блок, для СППР щодо інвестування.

**Виклад основного матеріалу.** Багатокритеріальний аналіз (БКА) – це практична реалізація структури системного дослідження у вирішенні складних, комплексних проблем. БКА забезпечує раціональний, систематизований і прозорий процес прийняття рішень при аналізі впливів і взаємозв'язків у складних системах.

Вибір кінцевого єдиного компромісного рішення з урахуванням різноманітних критеріїв є достатньо складним завданням при плануванні та прийнятті рішень [4].

Метод аналізу ієрархії (MAI), розроблений відомим американським математиком Томасом

Сааті, з успіхом використовується для розв'язання багатьох практичних задач на різних рівнях планування. Цей метод набув широкого розповсюдження в останнє десятиріччя. Метод застосовується для вирішення багатьох завдань, наприклад:

- порівняльний аналіз об'єктів (багатокритеріальне ранжування);
- багатокритеріальний вибір кращого об'єкта (кращої альтернативи);
- розподіл ресурсів між проектами;
- проектування систем за кількісними та якісними характеристиками.

Цей метод для успішного застосування вимагає дотримання наступних умов:

- у процедурі беруть участь досить кваліфіковані експерти, які не допускають суттєвих похибок в оцінках, більше того, в MAI потрібно, щоб група експертів була консолідованою, тобто мала спільні позиції і прагнула до узгодженості своїх оцінок;
- для безлічі порівнюваних об'єктів (альтернатив) може бути побудована загальна система критеріїв;
- оцінки по «негативним» критеріям не знаходяться в небезпечній близькості до обмежень.

MAI – математично обґрунтований підхід для отримання шкали відношень при вирішенні складних проблем.

Метод аналізу ієрархій Т. Сааті проводиться за такою схемою:

- 1) структурування проблеми вибору у вигляді ієрархії або мережі (рис. 1);
- 2) установка пріоритетів критеріїв і оцінка кожної з альтернатив за критеріями;
- 3) обчислення коефіцієнтів важливості для елементів кожного рівня, при цьому перевіряється узгодженість суджень;
- 4) підрахування комбінованого вагового коефіцієнта і визначення найкращої альтернативи.

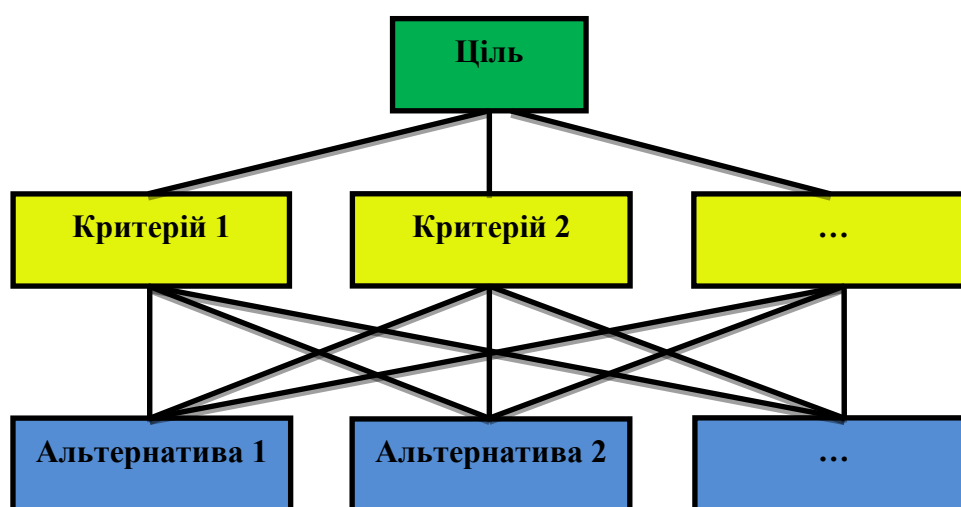


Рис. 1. Трирівнева ієрархія «мета – критерії – альтернативи»

Метод аналізу мереж (МАН), розроблений Т. Л. Сааті, це – вдосконалений метод аналізу ієрархій. МАН дозволяє досліджувати вплив у мережевих структурах і в ієрархіях з горизонтальними та зворотними зв'язками. Метод аналізу ієрархій є складовою частиною МАН і, разом із тим, – це окремий випадок загального алгоритму аналізу мереж. Впливи в МАІ/МАН базуються на понятті домінування, яке може відобразити важливість, перевагу і ймовірність: який об'єкт (яка властивість) є більш важливим, кращим, вірогідним відносно до мети, керуючому критерію, об'єкту. Наприклад, як у проблемі

діагностики: який з діагнозів є більш ймовірним для цього симптому, який метод лікування є кращим для цього діагнозу (діагнозів). Методи аналізу ієрархій та мереж дозволяють знаходити кількісні заходи таких впливів, так звані пріоритети – локальні і глобальні [2].

МАН дозволяє аналізувати системні проблеми в структурах таких основних типів (рис. 2):

- ієрархії зі зворотними і горизонтальними зв'язками;
- мережеві структури, які складаються з кластерів, що представляють собою ієрархії, мережі, комбіновані структури.

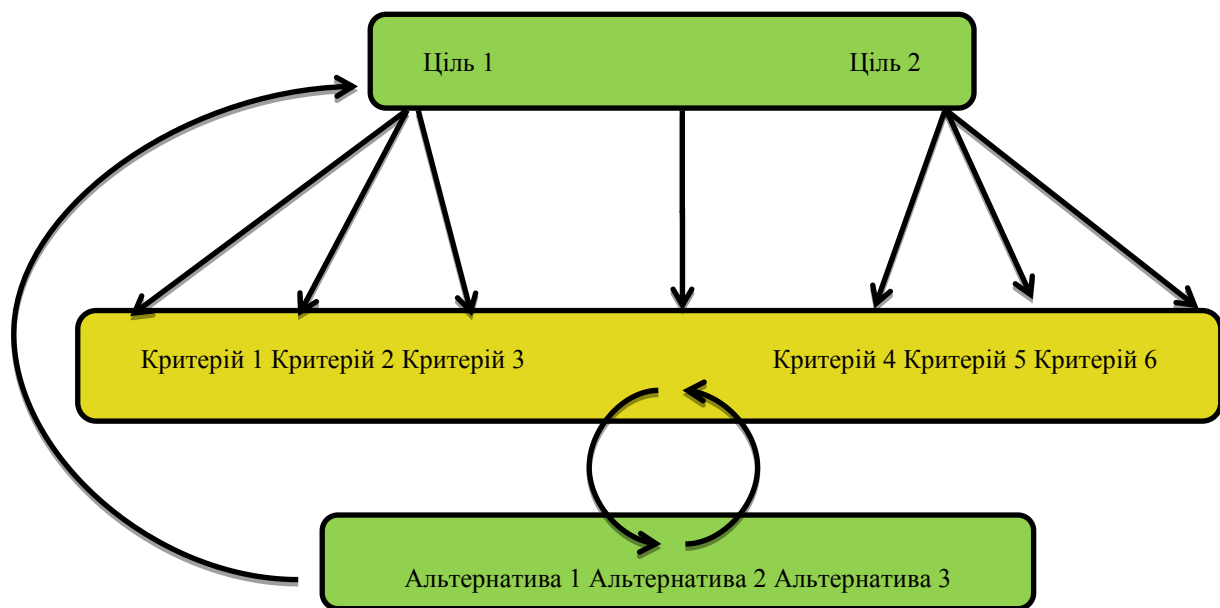


Рис. 2. Приклад графа проблеми

Метод аналізу мереж використовувати для всіх тих завдань, що і метод аналізу ієрархій, але МАН є більш трудомістким, практично не піддається «ручному розрахунку». МАН дозволяє об'єднувати кількісні, статистичні дані з експертними оцінками і, тим самим, створювати більш адекватні моделі складних проблем, наприклад, для прогнозування та діагностики [6].

Так, Сааті розробив підхід до діагностики, що базується на методах аналізу ієрархій та аналізу мереж. Цей підхід застосовується при вирішенні таких завдань:

- визначення ймовірності діагнозів (D), що розглядаються як альтернативи за сукупністю симптомів (S);
- вибір методу (методів) лікування (A) з безлічі альтернативних методів.

Цей підхід у своїй теоретичній основі не базується явно на понятті умовної ймовірності і статистиці, як широко застосовуваний байєсівський підхід, але дозволяє об'єднати дані статистики з експертними оцінками індивідуальних особливостей

розглянутої проблеми. Такий підхід застосуємо і для аналізу технічних проблем, управління якістю.

Для порівняння метод аналізу ієрархій та методу аналізу мереж використано такі критерії:

- віддаленість від міста;
- якість ґрунту;
- ціна за соту;
- інфраструктура;
- заселеність району;
- затребуваність.

Були розглянуті альтернативні варіанти:

- ділянка 1 (Броварський район, 10 сотих, ціна за соту 10374 грн);
- ділянка 2 (Васильківський район, 13 сотих, ціна за соту 9974 грн);
- ділянка 3 (Бориспільський район, 12 сотих, ціна за соту 8646 грн);
- ділянка 4 (Обухівський район, 15 сотих, ціна за соту 9222 грн).

У таблиці 1 представлено результати за методом аналізу ієрархій та методом аналізу мереж.

## Отримані результати

	MAI	MAM
Ділянка 1	0.215	0.195
Ділянка 2	0.245	0.312
Ділянка 3	<b>0.368</b>	<b>0.325</b>
Ділянка 4	0.172	0.168

З таблиці 1 видно, що обидва методи дали однакові результати, а саме, що слід обрати «Ділянку 2». Але числові дані відрізняються, оскільки підрахунок даних виконується за різними алгоритмами. Перевагу слід надати методу аналізу мереж, оскільки, такий метод є вдосконаленим методом аналізу ієрархій.

Класичний регресійний аналіз спирається на гіпотезу про можливість апроксимації, процесу, що вивчається, лінійними рівняннями з постійними коефіцієнтами. Ці коефіцієнти відбивають міру зв'язку різних змінних із величиною, що вивчається. У реальному житті сила взаємодії змінних не залишається незмінною, як не залишається незмінним і зовнішнє середовище, в якому розвивається досліджуваний процес. Оцінки ж коефіцієнтів, отримані на підставі згаданої гіпотези, відбивають характер зв'язку змінних лише в середньому по вибірці, тому не можна чекати, щоб вони привели до хороших короткострокових прогнозів [3].

Таким чином, множинна регресія з постійними коефіцієнтами має обмежене застосування і доволі бажано було б знайти спосіб коригування та поновлення її коефіцієнтів. Це відкрило б можливість досліджувати напрям і характер еволюції взаємозв'язків змінних і отримувати прогнози по моделі, яка краще відображає поточний стан процесу. Тут ми і пропонуємо спосіб адаптації коефіцієнтів множинної регресії.

Результатом роботи є:

- система підтримки прийняття рішень, на базі методу аналізу ієрархій та методу аналізу мереж для інвестування купівлі земель у певному регіоні;
- розробка та дослідження адаптивних методів прогнозування взаємозалежних часових рядів для прогнозування цін на земельні ділянки залежно від валютного курсу та рівня інфляції у певному регіоні;

- розробка та дослідження адаптивних методів прогнозування ізольованих часових рядів для валютного курсу та рівня інфляції у регіоні.

Створено інформаційно-аналітичну систему, яка може слугувати демонстраційним прикладом використання методів системи підтримки прийняття рішень та прогнозування.

Для розробки бази даних було використано середовище Microsoft SQL Server 2012, яке найбільш придатне для зберігання, редагування, видалення різноманітних даних з різною динамікою. Цей інструментальний засіб дозволяє швидко створити базу даних, наповнити її і легко вбудувати у програму.

Для програмного середовища було обрано мову програмування Java.

Java – мова, проста у використанні та, водночас, повноцінна, що надає набагато більше засобів для структурування і підтримки великих програм. З іншого боку, будучи мовою високого рівня, має вбудовані типи даних високого рівня, такі як гнучкі масиви і словники, ефективна реалізація яких на інших мовах програмування може потребувати значних витрат часу.

**Висновки.** Задача прийняття рішень щодо інвестування купівлі земель з ціллю збереження та примноження коштів є однією з найважливіших задач не тільки для підприємств, але і для окремих осіб. Коректний прогноз цін на землю з урахуванням показників інфляції, заробітної плати та валютного курсу, а також система підтримки прийняття рішень дозволяють інвестувати кошти з обмеженими ризиками.

Програмний продукт, розроблений у цій роботі, призначено для підтримки прийняття рішення щодо інвестування купівлі земель та прогнозування ціни на земельні ділянки, та може бути використаний як для простого користувача, так і для підприємств, які займаються інвестування.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Коваленко А. Г. Сутність методичних підходів до аналізу фінансових інвестицій [текст] / А. Г. Коваленко, Ю. О. Ночовна // Економіка і регіон. – 2010. – № 4. – С. 144–149. – На укр. яз. Саати Т. Принятие решений. Метод анали за иерархий / Т. Саати. – М. : «Радио и связь», 1993. – 273 с.
2. Лукашин Ю. П. Адаптивные методы краткосрочного прогнозирования временных рядов / Ю. П. Лукашин. – М. : Финансы и статистика, 2003. – 416 с.
3. Черноуцкий И. Г. Методы принятия решений / И. Г. Черноуцкий. – СПб., 2005. – 416 с.
4. Уринцов А. И. Системы поддержки принятия решений / А. И. Уринцов, В. В. Дик. – М. : МЭСИ, 2008.
5. Саати Т. Л. Принятие решений при зависимостях и обратных связях. Аналитические сети / Т. Л. Саати. – М. : Издательство ЛКИ, 2008. – 360 с.

© Лугінець Д. О., 2014

Дата надходження статті до редколегії 23.05.2014 р.

**ЛУГІНЕЦЬ Дмитро Олегович** – магістр факультету комп'ютерних наук Чорноморського державного університету імені Петра Могили.

**Коло наукових інтересів:** системи прийняття рішень.