

# МЕТОД БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ УСПІШНОСТІ МАГІСТРАНТІВ

Оксана Павлюк<sup>1</sup>, Світлана Бевз, Вікторія Войтко

Вінницький національний технічний університет

Хмельницьке шосе, 95, Вінниця, 21021, Україна, тел.: (0432)59-84-83, E-mail: <sup>1</sup>pavloks@svitonline.com

## Анотація

*Дана стаття присвячена розробці програмного комплексу аналізу успішності магістрантів, який дозволяє формувати рейтинг магістрантів за рівнем їх успішності.*

*Проведено аналіз методів багатокритеріальної оцінки альтернатив. За базовий алгоритм роботи програмного комплексу обрано алгоритм багатокритеріального аналізу альтернатив, синтезований на базі методик Сааті, Беллмана та Заде.*

*Для оцінювання успішності магістрантів визначено часткові критерії, які включають в себе як кількісні, так і якісні. Зокрема, в програмі передбачена можливість задавати ваги частинних критеріїв, що робить результати роботи програми більш об'єктивними. Оцінювання магістрантів та визначення ваг критеріїв здійснюється на основі оцінок парних порівнянь, які виставляються експертом за 9-бальною шкалою Сааті.*

*Розроблений програмний комплекс аналізу успішності магістрантів реалізований на мові програмування Сі та орієнтований під операційну систему MS-DOS.*

## Вступ

Однією з найбільш поширених на практиці задач прийняття рішень є задача виробу найкращої з множини альтернатив, оцінювання яких проводиться за багатьма критеріями, при чому важливість кожного з цих критеріїв може бути різною. Подібні задачі виникають не тільки в техніці, але й в економіці, політиці, освітянській діяльності тощо. Люди змушені приймати рішення майже скрізь і майже завжди. В ході воєнних дій, в політиці, при управлінні підприємством, при виборі автомобіля чи варіанта обміну квартири та ще в тисячах інших випадків. В деяких випадках неправильно прийняте рішення може призвести до важких наслідків, тому актуальним є питання багатокритеріальної оцінки альтернатив, якому присвячено багато праць, зокрема [1,2,3]. На даний момент існує багато методик прийняття рішень, вибору кращого з варіантів (альтернатив), формування рейтингу варіантів, які допомагають здійснити найбільш об'єктивний вибір між наявними альтернативами.

Задачі багатокритеріального аналізу альтернатив є предметом розгляду даної статті.

Саме до таких задач відноситься задача аналізу успішності магістрантів, яка є об'єктом дослідження. Ця задача є досить актуальною [4], оскільки саме на основі цього аналізу формується конкурс для зарахування магістрантів до аспірантури в кожному вищому навчальному закладі України. Враховуючи обмеженість місць в аспірантурі, гостро стоїть питання максимально об'єктивного формування рейтингу успішності магістрантів – претендентів в аспіранти.

В умовах, коли потрібно визначити рейтинг десятків магістрантів за багатьма критеріями оцінювання, людині стає складно оперувати таким великим об'ємом інформації і допомогти їй в цьому повинні програмні засоби, які значно прискорять цей процес і видадуть найбільш об'єктивний результат. Тому метою даного дослідження є аналіз методів багатокритеріальної оцінки альтернатив, вибір базового алгоритму роботи програмного комплексу та власне розробка програмного комплексу аналізу успішності магістрантів.

## Постановка задач дослідження

Призначенням програмного комплексу аналізу успішності магістрантів є формування максимально об'єктивного рейтингу магістрантів за рівнем їх успішності. Однак достовірність отриманих результатів в повній мірі залежить від методу багатокритеріального аналізу альтернатив, який лежить в основі даного програмного комплексу, та вибору оптимальних часткових критеріїв оцінювання успішності магістрантів. Тому розробка програмного комплексу аналізу успішності магістрантів передбачає реалізацію наступних задач:

- аналіз методів багатокритеріальної оцінки альтернатив;
- вибір методу багатокритеріального аналізу успішності магістрантів;
- визначення критеріїв оцінювання успішності магістрантів;
- власне розробка програмного комплексу аналізу успішності магістрантів.

## Аналіз методів багатокритеріальної оцінки альтернатив

На сьогоднішній день найпопулярнішими та найпоширенішими методами багатокритеріальної оцінки альтернатив є метод аналізу ієрархій (MAI, англ. назва методу – Analytic hierarchy process) та метод парних порівнянь Томаса Сааті [3].

В МАІ будь-яка задача попередньо структурується і подається у виді мережевої ієрархії. Основна мета дослідження і всі фактори, що в тій чи іншій мірі впливають на досягнення мети, розподіляються по рівнях в залежності від ступеня і характеру впливу. На першому рівні ієрархії завжди знаходиться одна вершина - ціль проведеного дослідження. Другий рівень ієрархії складають фактори, що безпосередньо впливають на досягнення мети. Третій рівень складають фактори, від яких залежать вершини 2-го рівня. І так далі. По закінченні побудови ієрархії для кожної материнської вершини проводиться оцінка вагових коефіцієнтів, що визначають ступінь її залежності від вершин більш низького рівня. Однак МАІ не пристосований до якісних критеріїв оцінювання, тому Томасом Сааті була запропонована модифікація цього методу – метод парних порівнянь, який для оцінювання альтернатив використовує парні порівняння типу: за критерієм а варіант 1 *приблизно* такий же, як варіант 2 тощо, і порівняння здійснюється за 9-бальною шкалою [3].

Ці методи мають багато переваг, що зробило їх дуже популярними щодо застосування для багатокритеріальної оцінки альтернатив, однак поряд з цим складність використання цих методів полягає в необхідності знаходження власного вектора матриці парних порівнянь, при чому складність збільшується при збільшенні розмірності універсальної множини, на якій задаються лінгвістичні змінні.

### **Алгоритм багатокритеріального аналізу успішності магістрантів**

Для того, щоб звільнити користувачів від складних обчислень та процедур рішення характеристичних рівнянь, необхідних для знаходження власного вектора матриці парних порівнянь, в основі розробленого програмного комплексу було покладено алгоритм багатокритеріального аналізу успішності магістрантів, синтезований на базі методик Сааті [2,3], Беллмана та Заде [5]. Розглянемо даний алгоритм.

Крок 1. *Сформуємо множину варіантів*, які підлягають аналізу:

$$V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$$

Крок 2. *Сформуємо множину кількісних та якісних критеріїв*, за якими оцінюються варіанти:

$$C = \{c_1, c_2, \dots, c_m\}$$

Необхідно упорядкувати множину  $V$  за критеріями з множини  $C$ .

Крок 3. *Формуємо матриці парних порівнянь*

Експертні оцінки спостерігачів про переваги одних варіантів над іншими за критерієм  $c_i \in C$  задаються у вигляді матриці парних порівнянь [2];

Крок 4. *Ранжирування критеріїв*

Вагу  $w_i$  часткових критеріїв  $c_i$  слід визначати, користуючись методикою нечітких парних порівнянь [3].

Крок 5. *Визначення частинних критеріїв аналізу як нечітких множин*

Кожному варіанту  $v_i \in V$  поставимо у відповідність число  $[\mu^i(v_i)]^{w_i}$ , яке свідчить про рівень оцінки даного варіанту за критерієм  $c_i$ : чим більше число  $[\mu^i(v_i)]^{w_i}$ , тим кращим є варіант  $v_i$  за критерієм  $c_i$ .

Крок 6. *Варіантний аналіз успішності магістрантів*

Користуючись принципом Беллмана-Заде [5], найкращим варіантом вважатимемо той, який одночасно є кращим за всіма обраними критеріями.

Крок 7. *Виведення даних — рейтингового ряду варіантів.*

### **Визначення критеріїв оцінювання**

Оскільки завданням програмного комплексу є аналіз успішності магістрантів, на основі якого формуватиметься конкурс для зарахування магістрантів до аспірантури, то основними критеріями аналізу успішності обрані наступні: іспити з магістерських мінімумів, участь в олімпіадах за спеціальністю, участь у республіканських конкурсах наукових праць, виступ на конференції, публікації, оцінка за магістерську дисертацію.

Вище вказані критерії є визначальними при аналізі успішності магістрантів і зазначені в [6], тому змінювати їх чи вилучати певні критерії не варто, оскільки всі вони безпосередньо відображають рівень успішності магістрантів. Однак доцільно ввести декілька якісних критеріїв, які хоча безпосередньо і не впливають на успішність магістранта, однак свідчать про різнобічну обдарованість людини і заслуговують на те, щоб бути врахованими. До таких критеріїв можна віднести: участь в інтелектуальних іграх, активна участь в спортивному житті університету, активна участь в культурно-масових заходах університету, активна участь в органах студентського самоврядування.

Вага кожного критерію визначається кожним конкретним експертом, який керується своїм власним суб'єктивним поглядом на такі речі та досвідом. Якщо експерт вважає, що вказані якісні критерії є дуже суттєвими при оцінці успішності магістранта, то він має змогу вказати для них вищу

вагу. Якщо ці критерії виявляються не дуже важливими, то в разі отримання однакових оцінок за першими шести критеріями, вони дозволяють скоригувати отриманий результат. Таким чином, можна зробити висновок, що врахування та розгляд якісних критеріїв в обох випадках здійснювати доцільно.

## Структура програмного комплексу

При розробці програмного комплексу слід враховувати певні вимоги, основними з яких є зрозумілість, інтуїтивність та зручність в експлуатації. Програмний комплекс повинен мати головне меню, з якого можна було б отримати доступ до всіх можливостей та послуг, які надає даний програмний продукт. Також необхідна наявність довідки, яка містила б усю інформацію, яку необхідно знати користувачеві для роботи з програмним продуктом. Враховуючи вище зазначені вимоги до програмного комплексу, в структурі програмного комплексу аналізу успішності магістрантів було виділено наступні складові компоненти: заставка; головне меню; підменю «Програма» запуску програми аналізу успішності магістрантів; підменю «Довідка»; підменю «Розробник»; підменю «Вихід», що забезпечує завершення роботи програмного комплексу та вихід з нього.

Загальна структура програмного комплексу аналізу успішності магістрантів з усіма зв'язками між його складовими елементами наведена на рис. 1.

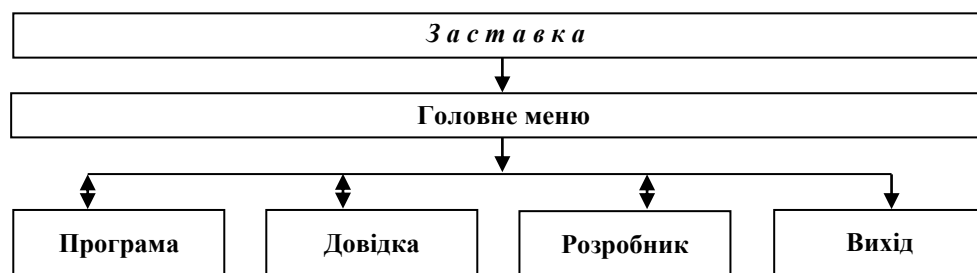


Рисунок 1 – Загальна структура програмного комплексу аналізу успішності магістрантів

Структура програми аналізу успішності магістрантів подана на рис. 2.

Розглянемо принцип роботи основних модулів програми аналізу успішності магістрантів.

Критерії оцінювання магістрантів задаються безпосередньо в програмі, оскільки передбачається, що ці критерії є для більшості випадків аналізу успішності магістрантів однаковими.

На наступному кроці потрібно визначити ваги критеріїв оцінювання (модуль «Визначення нормалізованих ваг критеріїв оцінювання») та здійснити варіантний аналіз при нерівноважних критеріях (модуль «Варіантний аналіз при нерівноважних критеріях»). Принцип обрахунків для обох модулів однаковий, який передбачає формування матриці парних порівнянь та знаходження ступенів належності (1) та частинних критеріїв (2).

$$\mu^l(v_i) = \frac{1}{a_{i1}^l + a_{i2}^l + \dots + a_{in}^l} \quad (1)$$

де  $a_{in}$  – відповідний елемент матриці парних порівнянь,  $n$  – кількість магістрантів.

$$C_m = \left\{ \frac{[\mu^m(v_1)]^{w_m}}{v_1}, \frac{[\mu^m(v_2)]^{w_m}}{v_2}, \dots, \frac{[\mu^m(v_n)]^{w_m}}{v_n} \right\} \quad (2)$$

де  $m$  – кількість критеріїв оцінювання,  $w_m$  – нормований ранг критерію, який обчислюється в модулі визначення нормалізованих ваг критеріїв оцінювання.

В модулі «Визначення інтегрального критерію» відбувається власне формування рейтингу успішності магістрантів, що здійснюється за принципом Беллмана-Заде [5]. Тому нечітка множина, яка необхідна для рейтингового аналізу, визначається у вигляді функції  $\min$ :

$$D = \left\{ \frac{\min_{l=1, m} [\mu^l(v_1)]^{w_l}}{v_1}, \frac{\min_{l=1, m} [\mu^l(v_2)]^{w_l}}{v_2}, \dots, \frac{\min_{l=1, m} [\mu^l(v_n)]^{w_l}}{v_n} \right\} \quad (3)$$

Даний програмний комплекс був реалізований на мові програмування Сі, яка має потужний математичний апарат для забезпечення проведення всіх необхідних математичних розрахунків у програмі, а також потужний графічні засоби, що дозволило розробити зручний графічний інтерфейс програми.

У результаті тестування програмного продукту було доведено, що розроблений програмний комплекс аналізу успішності магістрантів повністю відповідає алгоритму багатокритеріального аналізу

варіантів. Рейтинг тестового прикладу, отриманий програмно, співпав з рейтингом цього тестового прикладу, який був розрахований вручну, що свідчить про адекватність розробленого програмного комплексу.

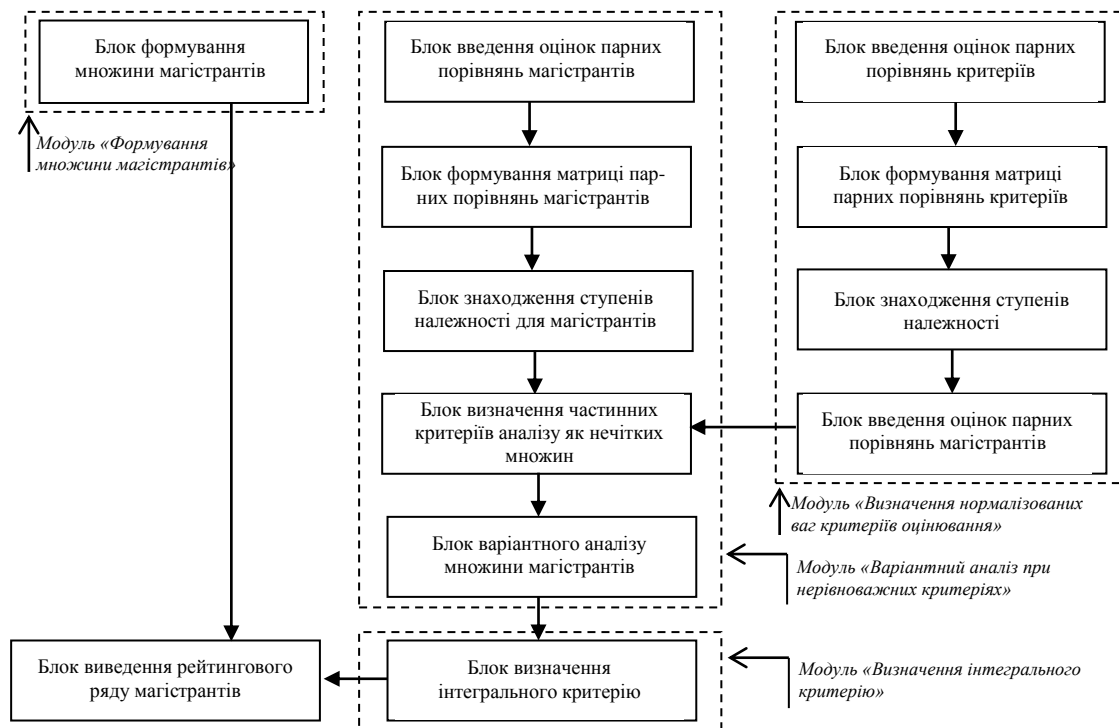


Рисунок 2 - Структура програми аналізу успішності магістрантів

## Висновки

В даній статті проведено аналіз методів багатокритеріального оцінювання альтернатив та обрано базовий метод для розробки програмного комплексу аналізу успішності магістрантів в умовах нерівноважності частинних критеріїв, якими оцінюється загальна успішність магістрантів.

Основним досягненням при розробці такого програмного комплексу є те, що з'явилась можливість враховувати при оцінці успішності магістрантів не тільки кількісні критерії, але й якісні. Крім того, для кожного конкретного випадку надається можливість визначати ваги частинних критеріїв оцінювання. Зазначені можливості програми дозволяють отримати найбільш об'єктивний рейтинг магістрантів за їх успішністю.

Зміна набору частинних критеріїв оцінювання успішності магістрантів у програмному коді даного програмного комплексу дозволяє використовувати його для аналізу будь-яких інших альтернатив, що свідчить про універсальність розробленого програмного комплексу.

## Література:

- [1] Ротштейн О.П., ПетухА.М., Петренко М.І., Войтко В.В. Варіантний аналіз на базі нечітких парних порівнянь: методика та застосування на прикладі порівняння семіотичних систем/ Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах — Хмельницький, 1998, №2. — С.118-125.
- [2] Саати Т, Кернс К. Аналитическое планирование. Организация систем. — М.: Радио и связь, 1991. — 224с.
- [3] Saaty T.L. Measuring the fuzziness off sets|| I. Cybernetics.—1974.—vol.4—p.53-61.
- [4] Павлюк О.В. Розробка програмного комплексу аналізу успішності магістрантів/ Тези студентських доповідей, рекомендованих до опублікування оргкомітетом XXXV науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м.Вінниці та області. — Вінниця: ВНТУ, 2006. — С.94.
- [5] Беллман Р., Заде Л. Принятие решений в расплывчатых условиях./ Вопросы анализа и процедуры принятия решений.—М.: Мир, 1976.—С.172-215.
- [6] Положення про порядок підготовки магістрів у ВДТУ/ Б.І. Мокін, В.В.Грабко, В.Б.Мокін. — 5-те вид. — Вінниця: ВДТУ, 2003. — С.59.

