

IX МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**МАТЕМАТИКА.
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ.
ОСВІТА**

ЛУЦЬК - СВІТЯЗЬ

1 - 3 червня 2020 р.

Тези доповідей

(друкуються в авторській редакції)

Список використаних джерел

1. Загидуллин Р. Р. Управление машиностроительным производством с помощью систем MES, APS, ERP. Монография. – Старый Оскол: ТНТ, 2011 – 372 с.
2. Проць Я.І., Савків В.Б., Шкодзінський О.К., Ляшук О.Л. Автоматизація виробничих процесів. – Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 344с.
3. Albert, Arthur Regression and the Moore-Penrose pseudoinverse. Burlington, MA: Elsevier, 1972. – 195 p.

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ ТА ПОПАРНИХ ПОРІВНЯНЬ В ПРОЦЕСІ ВИБОРУ СКМ

Федонюк А. А., Микитюк І. О., Юнчик В.Л.

Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки

Існує велика кількість інформаційних технологій, зокрема систем комп'ютерної математики (СКМ), що використовуються для навчання математики. Всі вони мають широкий функціональний набір, що постійно розвиваються та оновлюються. Однак кожна з СКМ має певні недоліки.

Не існує алгоритму, який з великою точністю може сказати, що для певної задачі найбільш оптимальним буде вибір конкретної СКМ. Тому прийняття рішень щодо вибору СКМ здійснюється ситуативно. В силу доступності великої кількості різних систем комп'ютерної математики актуальною є спроба автоматизувати процес вибору таких засобів навчання. Для підтримки прийняття рішення щодо вибору оптимальної СКМ пропонується використати метод аналізу ієрархій.

Метод аналізу ієрархій полягає в декомпозиції проблеми на простіші складові частини і подальшого попарного порівняння складових частин на кожному наступному рівні ієрархії. У результаті може бути виражена відносна ступінь взаємодії елементів в ієрархії. Ці судження виражаються чисельно. Метод включає процедури синтезу множинних суджень,

отримання пріоритетності критеріїв і знаходження оцінок альтернативних рішень. Ієрархія будується від вершини (мета), через проміжні рівні (критерії, від яких залежать наступні рівні) до найнижчого рівня, який є переліком альтернатив. У методі аналізу ієрархій елементи задачі порівнюються попарно щодо відношення до їх впливу на загальну для них характеристику.

Нижче показано метод аналізу ієрархій для вибору оптимальної системи комп'ютерної математики, що складається з восьми альтернатив та враховується сім критеріїв.

Досягнення мети полягає у виборі однієї з альтернатив на основі множини сформульованих критеріїв. Вибір альтернативи виконується обчисленням елементів вектора пріоритетів, що поставлено у відповідність кожній альтернативі. Альтернатива з найбільшим значенням такого елемента вважається прийнятим рішенням.

В методі аналізу ієрархій використовують шкалу експертних, або ступенів важливості – оцінок для парних порівнянь під час оцінювання переваги першого об'єкта над другим зі значеннями від 1 до 9.

На основі результатів аналізу функціональних можливостей обраних СКМ сформовано множину критеріїв (рис. 1), за якими буде здійснюватись вибір системи за експертними оцінками, отриманими за методом аналізу ієрархій.

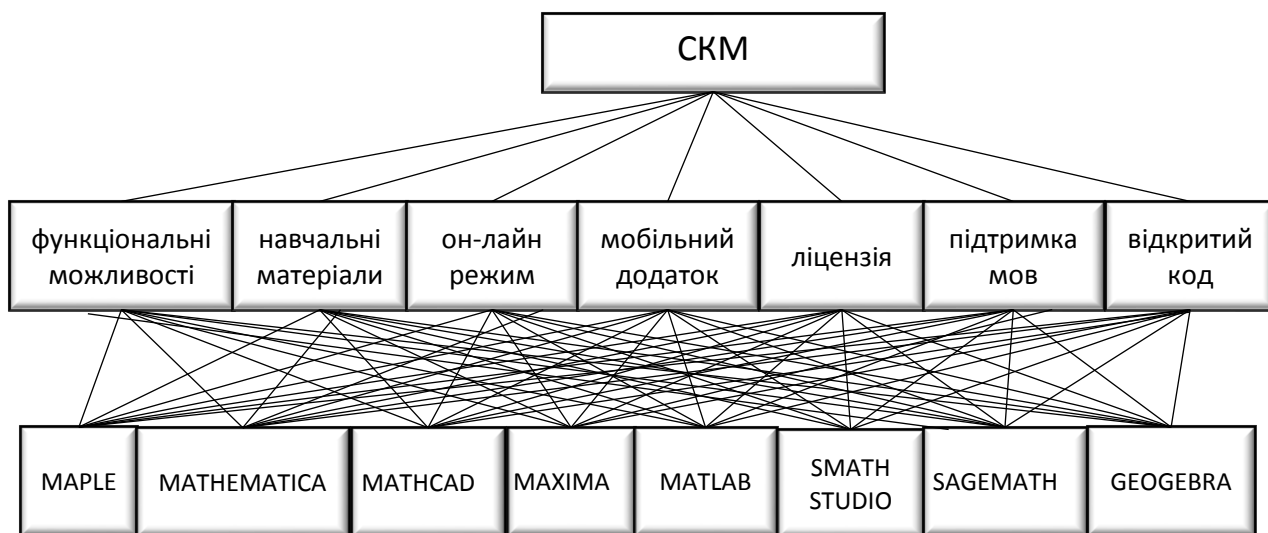


Рис. 1. Структура задачі прийняття рішень за методом аналізу ієрархій щодо вибору СКМ для навчання математики

Для розв'язування задачі вибору СКМ потрібно використати метод аналізу ієрархії. Для цього побудовано матриці попарних порівнянь за кожним критерієм та обраховано числові характеристики цих матриць – найбільше власне значення, індекс узгодженості та індекс послідовності співвідношень. Кожна матриця складається з експертних оцінок щодо пар альтернатив, якими є системи комп'ютерної математики, що використовуються для навчання математичних курсів.

У разі застосування методу аналізу ієрархій в частині побудови матриці попарних порівнянь за кожним критерієм надано додаткові міркування, які пов'язані із особливостями використання систем комп'ютерної математики.

За матрицею можна обчислити «ваги» (вектор пріоритетів – це обчислення головного власного вектора, який після нормалізації стає вектором пріоритетів). Для отримання аналітичної оцінки цього вектора використовуємо алгоритм:

Знаходимо суму елементів кожного стовпця:

$$S_i = a_{1i} + a_{2i} + \dots + a_{ni}.$$

Ділимо всі елементи кожного стовпця матриці на суму елементів відповідного стовпця: $A_{ij} = \frac{a_{ij}}{S_i}$.

Ці дві дії називаються нормуванням матриці.

Підсумовуємо елементи кожного рядка.

$$S_i = A_{i1} + A_{i2} + \dots + A_{in}.$$

Знаходимо середнє арифметичне кожного рядка.

$$w_i = \frac{S_i}{n}.$$

В результаті отримуємо – це вектор пріоритетів по кожній СКМ.

Вектор пріоритетів обчислимо як оцінку головного власного вектора матриці попарних порівнянь. Елементи цього вектора є вагами альтернатив, що обчислено як алгебраїчну суму елементів, поділену на загальну кількість альтернатив.

Для матриці попарних порівнянь, побудованої за першим критерієм, обчислимо такі параметри:

оцінка найбільшого власного значення, яка обчислена за формулою:

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n w_i S_i,$$

де w_i – вага альтернативи з номером i , S_i – сума елементів стовпця з номером i матриці попарних порівнянь, n – кількість альтернатив;

$$\text{індекс узгодженості } CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1};$$

$$\text{індекс послідовності співвідношень } CR = \frac{CI}{RI}.$$

$RI = 1,41$ – випадковий індекс для $n = 8$, значення якого є однаковим для всіх подальших обчислень ваг альтернатив.

Якщо для всіх критеріїв відношення узгодженості мають значення, що є значно меншими від 10%. Це свідчить про узгодженість усіх матриць попарних порівнянь.

Оцінимо середнє значення узгодженості ієрархії сумуванням усіх її рівнів за зваженим індексом послідовності співвідношень:

$$\overline{RC} = \frac{0,0565}{1,41} = 0,0401 < 0,1.$$

Під час обчислень враховано, що індекс послідовності співвідношень дорівнює нулеві, якщо усі елементи матриці попарних порівнянь дорівнюють одиниці. Отриманий результат свідчить про узгодженість усієї ієрархії. Вказані висновки отримано на основі проведених обчислень і показано на рис. 2 та у табл. 1.

Таблиця 1. Ваги альтернативних систем комп'ютерної математики

Альтернатива	Приоритет
Maple	0,0755
Mathematica	0,1528
MathCAD	0,0509
Maxima	0,1203
MatLAB	0,0743
SMath Studio	0,1235
SageMath	0,1019
GeoGebra	0,3008

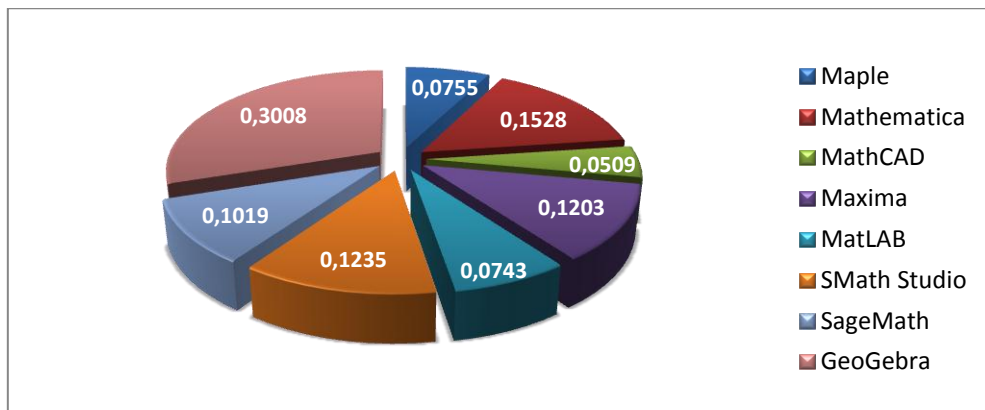


Рис. 2. Діаграма розподілу вагових коефіцієнтів альтернативних СКМ для навчання математики

Отже, в процесі дослідження було вісім альтернатив та враховується сім критеріїв для прийняття рішення щодо вибору оптимальної СКМ, що слугує для навчання математики. Вибір альтернативи виконувався обчисленням елементів вектора пріоритетів, що поставлено у відповідність кожній альтернативі. Основними критеріями, для яких обчислено ваги альтернатив, обрано їх характеристики. Побудовано матриці попарних порівнянь за кожним критерієм та обраховано числові характеристики цих матриць – найбільше власне значення, індекс узгодженості та індекс послідовності співвідношень. Кожна матриця складається з експертних оцінок щодо пар альтернатив, якими є системи комп'ютерної математики, що використовуються для навчання математичних курсів. За результатами наведених обчислень показано ваги альтернатив та на їх основі обрано систему динамічної математики GeoGebra, що має найбільше значення ваги. Тож за експертними оцінками, отриманими методом аналізу ієрархій саме СКМ GeoGebra найкраще використовувати для навчання математики.

Список використаних джерел

1. Кравченко Г. М., Болотина А.Б., Андреев П.А. Принятие управленческих решений с использованием метода анализа иерархий: Учебно-методическое пособие для практических занятий. – М.: РУТ (МИИТ), 2018. – 31с.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. – М.: Радио и связь, 1993. – 278 с.

3. Юнчик В. Л., Федонюк А. А. Порівняльна характеристика функціональних можливостей систем комп'ютерної математики в процесі розв'язування задач. Вісник національного університету «Львівська політехніка» «Інформаційні системи та мережі», 2019. – вип. 6, с. 90-103.

4. Яцюк С. М. Інформаційне забезпечення транспортно-логістичних систем / С. М. Яцюк, А. В. Яцюк, А. А. Федонюк // Науковий журнал ЛНТУ. Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – Луцьк: ЛНТУ, 2019. – № 35. С.117-124.