



УДК 004.891

**INFORMATION TECHNOLOGY FOR EXPERT EVALUATION
PROCESSING IN SCENARIO ANALYSIS OF SUBJECT DOMAIN
ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБКИ ЕКСПЕРТНИХ ОЦІНОК ПРИ
СЦЕНАРНОМУ АНАЛІЗІ ПОДІЙ ПРЕДМЕТНОЇ ГАЛУЗІ**

Kandyba I. O. / Кандиба І.О.*senior lecturer/ старший викладач*

ORCID: 0000-0002-8589-4028

Fisun M. T. / Фісун М.Т.*d.t.s., prof. / д.т.н., проф.*

ORCID: 0000-0003-1297-6230

*Petro Mohyla Black Sea National University,**Mykolaiv, 68 Desantnykiv 10, 54000**Чорноморський національний університет ім. Петра Могили,**Миколаїв, 68 Десантників, 10, 54000*

Анотація. В роботі розглянуто методи експертного оцінювання, що необхідні для реалізації інформаційної технології передбачення вступної кампанії університету. Представлено особливості реалізацію методу Делфі для експертного оцінювання характеристик ймовірних подій. Запропоновано інформаційну технологію реалізації цього методу на основі вебінтерфейсу. Описано структуру бази даних для зберігання отриманих експертних оцінок. Включено до інформаційної технології методи статистичної обробки експертних оцінок, що використовуються при експертному оцінюванні. Розглянуто шляхи вдосконалення запропонованої технології.

Ключові слова: Метод Делфі, експертні оцінки, SQLite, Django, модуль statistics.

Вступ

Передбачення результатів вступної кампанії є складною задачею, що вимагає застосування системної методології сценарного аналізу. Ця методологія заснована на експертному оцінюванні характеристик ймовірних подій.

Реалізувати збір експертних оцінок можливо за допомогою методів мозкового штурму та Делфі [1]. Експерти мають оцінювати різні фактори: ймовірність настання певної події, чисельні показники характеристик події, відносну важливості певних подій або характеристик та ін.. В залежності від методу експертного оцінювання необхідно обрати методи подальшої обробки даних: індивідуальне експертне оцінювання проводиться експертом без врахування думок інших фахівців (методи анкетування, інтерв'ю), колективні експертні методи, що забезпечують формування єдиної експертної думки серед залучених експертів (метод мозкового штурму, Делфі та ін.) [2]. Мінливість сучасного світу вимагає застосування методів, що дозволяють врахувати можливі думки всіх експертів, тобто колективних експертних методів. Серед них частіше за все виділяють метод Делфі, для якого характерним є багато етапність, яка сприяє узгодження оцінок експертів [3].

Підхід щодо визначення характеристик подій вступної кампанії університету на основі методу Делфі запропоновано у роботах [1, 4]. При прогнозуванні характеристик майбутніх подій найчастіше опитування експертів



закінчується досягненням стійкості отриманих оцінок. Результатом експертного оцінювання на основі методу Делфі, за умови досягнення стійкості результатів, є множина оцінок, що потребують подальшої обробки [5].

В роботі [4] запропоновано ІТ передбачення результатів вступної кампанії університету на основі експертних когнітивної карти з використанням експертних оцінок. Що потребує реалізувати методи статистичної обробки експертних оцінок характеристик ймовірних подій вступної кампанії університету. Для цього необхідно реалізувати автоматизувати статистичну обробку експертних оцінок.

Результати дослідження

На сьогоднішній день одним з розповсюджених напрямів наукових досліджень є сценарний аналіз, як системна методологія передбачення [6]. Важливою складовою сценарного аналізу є генерування сценаріїв, що може бути здійснено кількома різними способами [7]:

- якісні методи (метод Делфі, метод мозкового штурму, метод аналогій, морфологічний аналіз та ін.);
- графові методи (дерево подій, дерево ймовірностей, дерево відмов).

Одним із ефективних підходів щодо генерація сценаріїв на основі графових методів є використання когнітивних карт [4,8]. Використання цього способу генерації вимагає наявності інформаційної технології (ІТ) збору експертних оцінок. Створення цієї ІТ можливе за рахунок використання вебінтерфейсу.

ІТ збору експертних оцінок на основі вебінтерфейсу дозволяє роботу експертної групи, що знаходиться у різних куточках світу. Використання ІТ збору експертних оцінок у системі автоматичної генерації сценаріїв [4] потребує застосування фреймворку Django [9].

Застосування методу Делфі для оцінки характеристик реалізовано на основі динамічної генерації вебінтерфейсу (рис. 1).

Проведення дня відкритих дверей

<p>Ймовірність Вимірюється у: умовна ймовірність Середнє значення на попередньому кроці: Оцінка відсутня</p> <input style="width: 90%; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="0.9"/>	<p>Ймовірність початку вступної кампанії з цієї події Вимірюється у: умовна ймовірність Середнє значення на попередньому кроці: Оцінка відсутня</p> <input style="width: 90%; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="0.9"/>
<p>Вартість Вимірюється у: грн. Середнє значення на попередньому кроці: Оцінка відсутня</p> <input style="width: 90%; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="0.0"/>	<p>Средній бал абітурієнту Вимірюється у: бал Середнє значення на попередньому кроці: Оцінка відсутня</p> <input style="width: 90%; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="165.0"/>
<p>Кількість годин за планом Вимірюється у: академічні години Середнє значення на попередньому кроці: Оцінка відсутня</p> <input style="width: 90%; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="4.0"/>	<p>Фактична кількість годин Вимірюється у: Години Середнє значення на попередньому кроці: Оцінка відсутня</p> <input style="width: 90%; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="4.0"/>
<p>Якість проведення заходу Вимірюється у: бал Середнє значення на попередньому кроці: Оцінка відсутня</p> <input style="width: 90%; border: 1px solid #ccc;" type="text" value="4.0"/>	

Рисунок 1 - Вебінтерфейс для експертного оцінювання за методом Делфі



Оцінка характеристик подій вимагає спочатку визначення всіх ймовірних подій та їх характеристик. Запропоновано застосування вебінтерфейсу методу мозкового штурму на основі Django на першому кроці для визначення ймовірних подій та їх характеристик.

У якості сховища застосовано SQLite. Ця система керування базою даних (СКБД) підтримується більшістю мов програмування загального призначення: C++, C#, Java, Php, Python та ін. [10]. Перевагою є те, що драйвер для підключення за замовчуванням входить до складу зазначених мов програмування, а сама SQLite не потребує наявності серверу для обробки запитів.

Реляційна СКБД містить декілька таблиць для коректної роботи розробленої ІТ. На рис. 2 відображено датологічну [] модель БД опитування експертів.

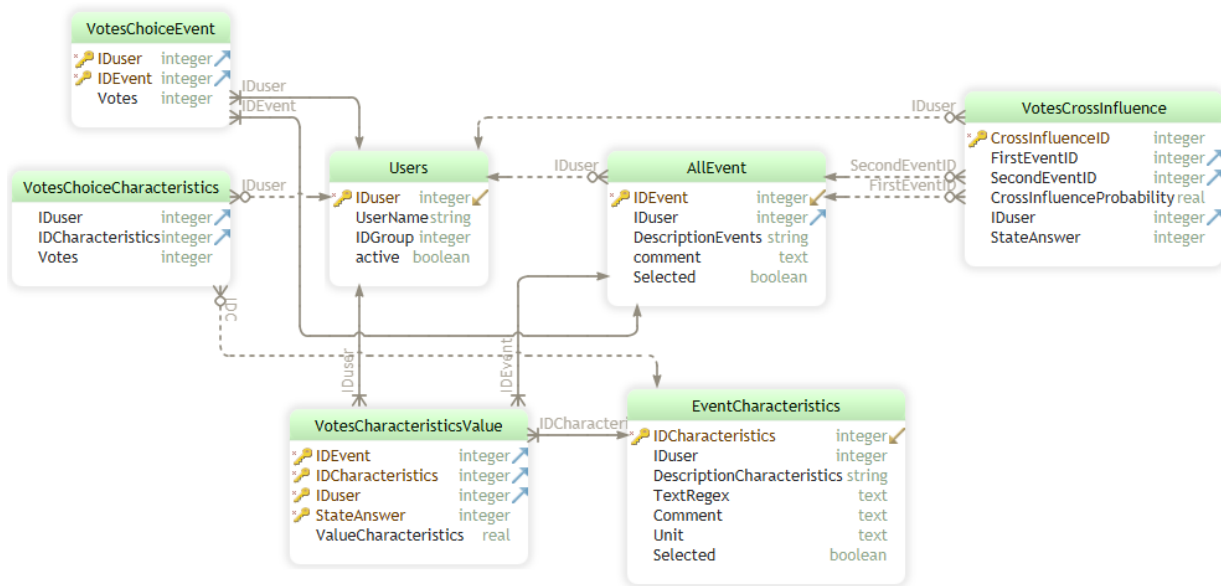


Рисунок 2 – Даталогічна модель БД експертного оцінювання

Завершивши етап збору експертних оцінок, ІТ генерації сценаріїв [4] потребує статистично обробки колективних експертних оцінок. У [5] наведено основні методи:

- 1) мода – пошук значення, що найчастіше зустрічається серед оцінок;
- 2) медіана – середній елемент сортованого ряду оцінок (1):

$$\tilde{X}_{ij} = \frac{X_{ijk} + X_{ijk+1}}{2} \tag{1}$$

де $k=1/2 N_{ij}$, N_{ij} кількість оцінок, X_{ij} – ряд оцінок характеристики j , події i .

- 3) нижній кuartіль або верхній кuartіль (Quartile) – поділ сортованого ряду на 4 частини:

нижній кuartіль (Q_1) визначається за формулою (2) [5]:

$$Q_{ij} = (N_{ij} + 1) * 1/4 \tag{2}$$

де N_{ij} кількість оцінок характеристики j події i .

Отже оцінку характеристики нижнього кuartлю можливо визначити наступним чином:



$$X_{ij} = X_{iQ_{ij}} \quad (3)$$

Верхній квартиль (Q3) можна розрахувати за формулою (4) [5]:

$$Q_{ij} = (N_{ij} + 1) * 3 / 4 \quad (4)$$

Числове значення за верхнім квартилем можна представити за формулою (5)

$$X_{ij} = X_{iQ_{ij}} \quad (5)$$

Фреймворк Django розроблений для мови програмування загального призначення Python [9]. Програмна реалізація ІТ статистичної обробки експертних оцінок на мові Python вимагає підключення модулю statistics. До основних методів модулю належать:

- mode () – метод для визначення моди. У випадку відсутності значень, що повторюється метод викликає виключення;
- median() – метод, що повертає середнє значення з множини;
- quantiles() – розбиває множину на 4 рівні частини.

Особа, що приймає рішення (ОПР) обирає метод статистичної обробки рішень за допомогою Django. Оброблені оцінки експертів зберігаються в БД та доступні для перегляду ОПР у тому у вигляді текстової інформації (рис. 3).

Оберіть метод статистичної обробки експертних висновків:

Мода
Медіана
Нижні квартилі
Верхні квартилі

Поточний результат статистичної обробки оцінок характеристик

Подія	Характеристика	Значення
Роздача друкованої реклами	Ймовірність	0.99
Роздача друкованої реклами	Ймовірність початку вступної компанії з цієї події	0.0
Роздача друкованої реклами	Вартість	1000.0
Роздача друкованої реклами	Середній бал абітурієнту	155.0
Роздача друкованої реклами	Кількість годин за планом	0.0
Роздача друкованої реклами	Фактична кількість годин	0.0

Рисунок 3 – Інтерфейс вибору методу статистичної обробки та перегляду результатів

Окремо ОПР може визначити математичне очікування дисперсію множини отриманих експертних оцінок. Цю можливість реалізовано на основі модулю statistics з застосуванням методу pvariance(CharacteristicsValue, mu=None), де параметр CharacteristicsValue вказує множину експертних оцінок, а параметр mu може задавати середину множини або визначається автоматично у випадку встановлення значення None. Визначення математичного очікування здійснюється методом mean(CharacteristicsValue). Ці показники можуть вказати ОПР на некоректний вибір експертної групи та неточність отриманих результатів.



На основі отриманих результатів за допомогою предметно-орієнтованої мови відбувається створення когнітивної карти, що слугуватиме основою для генерації сценаріїв [4]. Наступним кроком розробленої ІТ є генерація сценаріїв. Його реалізація здійснюється за допомогою графої БД Neo4j [1]. З отриманої множини сценаріїв ОПР має обрати кращий на основі застосування методів багатокритеріальної оптимізації [11].

Висновки

Розглянуто можливість використання експертних оцінок отриманих методом Делфі для визначення характеристик ймовірних подій вступної кампанії університету. Описано можливість застосування фреймворку Django для проведення колективного експертного оцінювання. Досліджено можливість зберігання експертних оцінок у реляційному СКБД SQLite, відображено структуру БД, що необхідна для вирішення цієї задачі. Реалізацію методів статистичної обробки експертних оцінок мові програмування Python.

У майбутньому планується інтеграція розробленого програмного забезпечення з системою автоматичної генерації коду предметно-орієнтованої мовою для генерації когнітивної карти.

Література:

1. Fisun M. T., Kandyba I. O., Borovlyova S. Y., Falenkova M.V. Development of software platforms for scenario generation using DSL and Neo4j graph database. *Systemy zarządzania i społeczno-gospodarcze: naukowe i praktyczne aspekty zrównoważonego rozwoju administrative and socio-economic systems: scientific and practical aspects of sustainable development: Monograph*, Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2021, 145-155 pp.
2. Купалова Г. І., Мурована Т. О. Теорія економічного аналізу: навч. посіб. Київ: "Освіта України". 2014. 640 С.
3. Galanis P. The Delphi method. *Archives of Hellenic Medicine*. 2018.
4. І. О. Кандиба, М. Т. Фісун, Г. В. Горбань, К. О. Антіпова. Генерація сценаріїв вступної кампанії закладу вищої освіти на основі когнітивної карти та предметно-орієнтованої мови програмування. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського*, 2021. №3 т.32(71) – С. 96-104.
5. Грабовецький Б. Є. Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : монографія. Вінниця: ВНТУ, 2010. 171 с. ISBN 966-641-359-1.
6. Згуровський, М. З. Сценарний анализ как системная методология предвидения. *Систем. дослідж. та інформ. технології*. 2002. № 1. С. 7-38.
7. Гожий, А. П., Коваленко, И. И. Системные технологии генерации и анализа сценариев. *Автоматика. Автоматизация. Електротехнічні комплекси та системи*. 2005. №. 2. С. 89-96.
8. Коваленко І. І., Швед А. В., Антіпова К. О. Моделі подання та виведення знань у системах ситуаційного управління. Миколаїв: Іліон, 2018. 92 С.
9. Fjeld F. *Extending DataPool: A Tool for Handling Input Data in Scientific Computing, Using Python Web Frameworks*. Oslo, Norway. 2009. 128 PP.



10. Jay A Kreibich. Using SQLite: O'Reilly Media , Sebastopol. California. 2010. 530 PP.

11. Верес О. М., Чирун Л. Б. Даталогічна модель бази даних визначення рейтингу науково-педагогічних працівників кафедри. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2009. №653. С. 46-54.

12. Щурова З. С., Жиров О. Л. Програмна реалізація задачі багатокритеріального вибору потенційного постачальника. Актуальні проблеми економіки та управління: збірник наукових праць молодих вчених. 2015. № 19. С. 568–575.

References.

1) Fisun, M. et al. (2021) 'Development of software platforms for scenario generation using DSL and Neo4j graph database'.

2) Купалова, Г. І. (2008) 'Теорія економічного аналізу: навч. посіб', К.: Знання, С. 217–257.

3) Galanis, P. (2018) 'The Delphi method', Archives of Hellenic Medicine. doi: 10.4324/9781315728513-10.

4) Кандиба, І. О. et al. (2021) 'Генерація сценаріїв вступної кампанії закладу вищої освіти на основі когнітивної карти та предметно-орієнтованої мови програмування', Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 3(32), С. 96-104.

5) Грабовецький, Б. Є. (2010) Методи експертних оцінок: теорія, методологія, напрямки використання : монографія. Вінниця: ВНТУ.

6) Згуровський, М. З. (2002) 'Сценарний аналіз як системна методологія предвидения', Систем. дослідж. та інформ. технології., (1), С. 7–38.

7) Гожий, А. П. and Коваленко, І. І. (2005) 'Системные технологии генерации и анализа сценариев', Автоматика. Автоматизация. Електротехнічні комплекси та системи, (2), С. 89–96.

8) Коваленко, І. І., Швед, А. В. and Антіпова, К. О. (2018) Моделі подання та виведення знань у системах ситуаційного управління. Миколаїв: Іліон. 92 С.

9) Fjeld, F. (2009) Extending DataPool: A Tool for Handling Input Data in Scientific Computing, Using Python Web Frameworks. 128 PP.

10) Jay A Kreibich (2010) Using SQLite: O'Reilly Media. 530 PP.

11) Верес, О. М. and Чирун, Л. Б. (2009) 'Даталогічна модель бази даних визначення рейтингу науково-педагогічних працівників кафедри'. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". С. 46-54.

12) Щурова, З. С. and Жиров, О. Л. (2016) 'ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ ЗАДАЧІ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОГО ВИБОРУ ПОТЕНЦІЙНОГО ПОСТАЧАЛЬНИКА', Економічний вісник НТУУ «КПІ»: збірник наукових праць, 13, pp. 568–575.

Abstract The paper considers methods of expert estimation, which are necessary for implementation of information technology of prediction of university admission campaign. The features of Delphi method implementation for expert evaluation of characteristics of probable events are presented. The information technology of realization of this method on the basis of web-interface is offered. The structure of a database for storing expert evaluations is described. The methods of statistical processing of expert valuations used in expert evaluations are included in the information technology. The ways to improve the proposed technology are considered.

Стаття надіслана: 23.09.2021 г.

© Кандиба І. О., Фісун М. Т.