

УДК 510.589-047.44(045)

С. А. Кирилащук, І. В. Хом'юк, З. В. Бондаренко, Т. Г. Кирилащук

## ПОБУДОВА ФОРМАЛІЗОВАНОЇ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РОЗРАХУНКУ РЕЙТИНГОВОЇ ОЦІНКИ

Вінницький національний технічний університет, Вінниця

**Анотація.** В статті визначено, що теорія і методи розв'язання задач визначають зміст математичного програмування. Базуючись на цьому, пропонується розглянути принцип моделювання системи підтримки прийняття рішень (СППР) для визначення рейтингу, враховуючи фактори, що впливають на нього. Важливою складовою більшої частини СППР є математичні моделі, аналітичні засоби, які точно орієнтовані на модель. Розглядається форма взаємозв'язку між ключовими змінними, що беруть участь у прийнятті рішення. Авторами формалізовано відповідну математичну модель, яка є основою системи підтримки прийняття рішень оптимального вибору із урахуванням критеріїв, що впливають на цей вибір. Для прикладу розглянуто моделювання системи підтримки прийняття рішення процесу формування рейтингу фільму за означеними критеріями. Охарактеризовано фактори, що впливають на рейтинг вибору фільму. Запропоновано у якості технологій для реалізації додатку обрати СУБД MS ACCESS (Microsoft Access), яка є однією з найпопулярніших систем для IBM PC та сумісних з нею комп'ютерами. З'ясовано, що отриманий програмний продукт системи підтримки прийняття рішень вибору фільмів для перегляду, надає можливість шляхом запропонованої моделі забезпечити вибір фільму з урахуванням індивідуальних вимог глядача (перегляд фільмів з максимальним рейтингом).

**Ключові слова:** критерії, математична модель, моделювання системи підтримки прийняття рішень, рейтингова оцінка, рейтинг фільму.

**Аннотация.** В статье определено, что теория и методы решения задач представляют собой суть математического программирования. Исходя из этого, предлагается рассмотреть принцип моделирования системы поддержки принятия решений для определения рейтинга, учитывая факторы, влияющие на него. Важной составляющей большинства СППР являются математические модели, аналитические средства, которые точно ориентированы на модель. Рассматривается форма взаимосвязи между ключевыми переменными, которые влияют на принятие решения. Авторами формализовано соответствующую математическую модель, которая является основой системы поддержки принятия решений оптимального выбора с учетом критериев, влияющих на этот выбор. Например, рассмотрено моделирование системы поддержки принятия решения процесса формирования рейтинга фильма по указанным критериям. Охарактеризованы факторы, влияющие на рейтинг выбора фильма. Предложено в качестве технологий для реализации приложения выбрать СУБД MS ACCESS (Microsoft Access), которая является одной из самых популярных систем для IBM PC и совместимых с ней компьютерами. Выяснено, что полученный программный продукт системы поддержки принятия решений выбора фильмов для просмотра, позволяет путем предложенной модели обеспечить выбор фильма с учетом индивидуальных требований зрителя (просмотр фильмов с максимальным рейтингом).

**Ключевые слова:** критерии, математическая модель, моделирование системы поддержки принятия решений, рейтинговая оценка, рейтинг фильма.

**Abstract.** The article defines that the theory and methods of solving problems are the content of mathematical programming. Based on this, it is proposed to consider the principle of modeling a decision support system to determine the rating, taking into account the factors influencing it. An important component of most DSS are mathematical models, analytical tools that are precisely model-oriented. The form of the relationship between the key variables involved in decision-making is considered. The authors formalize the relevant mathematical model, which is the basis of the decision support system of the optimal choice, taking into account the criteria influencing this choice. For example, the modeling of the decision support system of the film rating process according to the specified criteria is considered. The factors influencing the rating of the film selection are described. It is suggested to choose MS ACCESS (Microsoft Access) as one of the most popular systems for IBM PC and compatible computers as technologies for the application implementation. It was found that the obtained software product of the decision support system for the selection of films for viewing, provides an opportunity through the proposed model to ensure the selection of the film taking into account the individual requirements of the viewer (viewing movies with the highest rating).

**Key words:** criteria, mathematical model, modeling of decision support system, rating, film rating.

**DOI:** <https://doi.org/10.31649/1999-9941-2021-50-1-99-104>.

### Вступ

На теперішній час важливість математичного програмування є безперечно, це найбільш актуальна частина прикладної математики. Необхідність застосування математичних методів у професійній діяльності людства, вимагає створення та використання засобів математичного моделювання для розв'язання професійно спрямованих задач. Видатний математик 20 століття Л. Д. Кудрявцев вказує, що «навчання умінню складати математичні моделі реальних явищ є однією з першочергових задач в процесі освіти спеціалістів відповідного профілю, а тому цій задачі має надаватися набагато більше часу й уваги, ніж це часто робиться» [1, 10]. Концепцію структурного моделювання запропонував у 1987 році Артур Джеофрїон. Архітектура системи підтримки прийняття рішень (СППР) представлена різними авторами по-різному. Наприклад, Г. Маракас у 1999 р. запропонував узагальнену архітектуру, що складається з таких частин: система управління даними (the Data Management System); система управління моделями (the Model Management system); машина знань (the Knowledge Engine); інтерфейс користувача (the User Interface). У 1980 р. була опублікована дисертація Альтера (S. Alter) [2], у якій він запропонував основи класифікації СППР. У 1993 р. Е. Коддом введено термін – OLAP (On-Line Analytical+Processing) – оперативний аналіз даних, аналітична обробка даних в реальному часі для систем підтримки прийняття важливих рішень [2].

### Актуальність

Важливою складовою більшості СППР є математичні моделі, аналітичні засоби, які точно орієнтовані на модель. В. Штофф під моделлю розуміє подумки подану або матеріально реалізовану систему, яка, відображаючи або відтворюючи об'єкт дослідження, здатна замінити його так, що її вивчення дає нам нову інформацію про об'єкт [3]. Модель побудови вимагає детального вивчення та аналізу проблеми. Цей процес структурує мислення, формулює припущення заздалегідь задуманої ідеї. Побудова математичної моделі може висвітлити рішення, не використовуючи фактичну модель, тобто розглядається форма взаємозв'язку між ключовими змінними, що беруть участь у прийнятті рішення. Розглянемо формалізовано відповідну математичну модель, яка є основою системи підтримки прийняття рішень оптимального вибору із урахуванням критеріїв, що впливають на цей вибір. Для прикладу, розглянемо моделювання системи підтримки прийняття рішення процесу формування рейтингу фільму за означеними критеріями.

### Мета

Мета даної статті є: 1) огляд принципу моделювання системи підтримки прийняття рішень для визначення рейтингу, враховуючи означені фактори, що впливають на формування рейтингу; 2) формалізувати відповідну математичну модель, яка буде основою системи підтримки прийняття рішень оптимального вибору із урахуванням критеріїв, що впливають на цей вибір.

### Розв'язання задач

Використання математики надає можливість аналізувати на початкових етапах ефективність алгоритмів та час їх виконання, дозволяє краще описувати об'єкти реального світу, надавати оцінку до створення коду для розуміння того, чи потрібно такий алгоритм використовувати або взяти інший, більш ефективний [4].

Якщо об'єкт дослідження є проаналізованим, а його властивості й характеристики можна виявити на основі теоретичних уявлень і наявних у літературі даних, доцільно як метод дослідження обрати побудову математичної моделі. У цьому випадку процеси функціонування елементів системи подають як певні функціональні співвідношення (алгебраїчні, диференціальні, скінченно-різницеві тощо) або за допомогою логічних мов. Під математичною моделлю реальної системи (процесу) розуміють сукупність співвідношень (формул, рівнянь, нерівностей, логічних умов, операторів тощо), які визначають характеристики станів системи залежно від її параметрів, зовнішніх умов (вхідних сигналів, впливів), початкових умов та часу [1]. Математична модель дає можливість проаналізувати процеси, їх покращити, удосконалити та оптимізувати [5].

Загалом за визначенням В. Глушкова математична модель – це множина символічних математичних об'єктів і співвідношень між ними. За М. Амосовим, математична модель – це система, що відображає іншу систему [1, 15].

Математичні моделі можна досліджувати такими методами:

а) аналітичними, що дають змогу отримати у загальному вигляді явні залежності для досліджуваних характеристик;

б) чисельними, що дають можливість одержати числові значення шуканих параметрів при конкретних початкових і межових умовах;

в) якісними, за допомогою яких можна визначити певні властивості розв'язку (стійкість, монотонність, характер змінювання, асимптотика тощо) без отримання його в явному вигляді;

г) аналоговими, що дають змогу вивчати властивості досліджуваної системи за допомогою певного реального об'єкта, наприклад електричної схеми, яку можна подавати за допомогою тієї самої математичної моделі.

Під час аналізу розділів вищої математики та чисельних методів щодо потреб програмістів, то все залежить від цілей програміста. Для вирішення деяких завдань потрібні глибокі математичні знання, а для інших вони є важливі меншою мірою. Якщо мова йде про інфраструктурні та інженерні завдання, то потрібні зовсім інші уміння. В системному програмуванні математика затребувана меншою мірою, в криптографії вимагається достатньо глибокий рівень знань математичних понять. В машинному навчанні (штучний інтелект), під час аналізу великої кількості даних – все побудовано на математичних та статистичних поняттях [4].

Теорія і методи розв'язання задач представляють зміст математичного програмування. В математичному програмуванні можна виділити два напрямки. До першого відносяться детерміновані задачі, у яких вся вихідна інформація повністю визначена. До другого напрямку (так званого стохастичного програмування) – відносяться задачі, у яких вихідна інформація містить елементи невизначеності, або деякі параметри таких задач мають випадковий характер з відомими ймовірнісними характеристиками.

Під поняттям «система підтримки прийняття рішень (СППР)», мають на увазі автоматизовану систему, що формує умови, за яких користувач мав би можливість збільшити кількість задач для

розв'язання та знайти оптимальне рішення разом із можливостями комп'ютера, та з урахуванням різних економічних, часових та інших лімітів [6].

Процес прийняття рішень в СППР полягає у трьох фазах. Перша фаза дослідницька. На цій фазі досліджуються знання та інформація з внутрішніх та зовнішніх джерел. В процесі дослідження розуміння проблеми стає більш ясними і обгрутованим, альтернативи і їх наслідки більш зрозумілими. Друга фаза-проекування. На цьому етапі користувач формулює знання про результати альтернативних дій оцінює їх наслідки для функціонування системи, а також може виробляти додаткові знання. Третя фаза-вибір рішення. На цьому етапі користувач виконує вибір між альтернативами з урахуванням їх наслідків, які були проаналізовані і досліджені на першій і другій фазах [7].

Під базами даних систем підтримки прийняття рішень (БД СППР) розуміють сукупність даних, для яких існує доступ до наявних даних і звітів, та можливість аналізувати їх. Сховище даних – це є великі бази інформації. Неструктуровані дані зберігаються в іншому вигляді, ніж та інформація, яка є структурованою. Мета Web-серверів забезпечити сприятливу платформу для усіх даних та документів.

Структурована БД СППР як правило містить не один, а декілька серверів, спеціальні засоби апаратного користування та багатовимірні реляційні БД. Існує декілька методів для того щоб виділити, перетворити, завантажити та індексувати структуровані дані СППР [8]. Схема функціонування баз даних для СППР представлена на рис. 1.

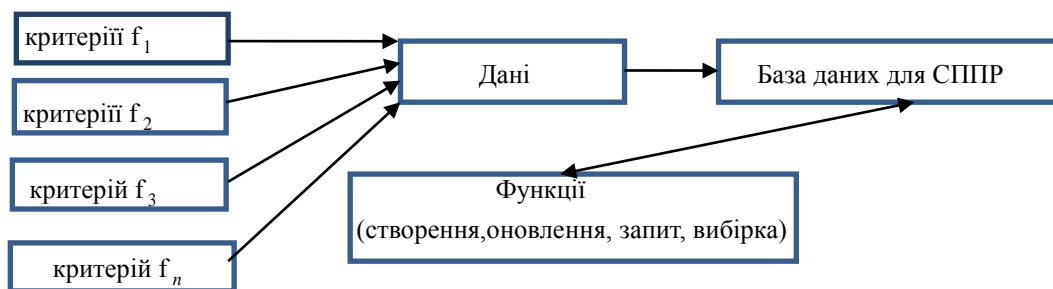


Рисунок 1 – Схема функціонування баз даних для СППР

Побудова математичної моделі задачі, що досліджується включає побудову цільової функції змінних, тобто такої числової характеристики, найбільшому чи найменшому значенню якої відповідає найраціональніша ситуація з точки зору прийнятого рішення. Часто з'являється потреба побудувати таку модель, в якій би враховувалась значна кількість вхідних даних. Також є можливість розміщення програмного забезпечення на сервері разом з даними та їх базою.

Розглянемо моделювання системи підтримки прийняття рішень у вигляді математичної моделі визначення параметру з урахування складових компонент  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$ . У свою чергу, кожний компонент може мати свої характеристики, які можуть визначатись як середнє арифметичне або ін. Значення відповідних характеристик визначаються експертним шляхом. Після нормування приведемо всі значення до єдиної шкали змін, тобто для кожного параметру  $\theta$  для її компонент  $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$  виконується.

$$f_i \in [0;1], \quad i = \overline{1, n}$$

Для формалізації моделі рейтингування  $R$  використаємо метод лінійної згортки розв'язання задач:

$$R = e_1 \cdot f_1 + e_2 \cdot f_2 + e_3 \cdot f_3 + \dots + e_n \cdot f_n$$

де  $e_i$  – експертна оцінка важливості  $i$ -го фактору,  $f_i \in [0;1], i = \overline{1, n}$ .

При обмеженнях

$$\sum_{i=1}^n e_i = 1, e_i \in [0;1], i = \overline{1, n}$$

Для прикладу, розглянемо моделювання системи підтримки прийняття рішення процесу формування рейтингу фільму за означеними критеріями.

Визначимо наступні фактори, що впливають на рейтинг вибору фільму:

$$f_1 = \frac{\sum_{i=1}^k f_{1i}}{k}$$

де  $k$  – відповідає кількості жанрам фільму;

$f_1$  – жанр

$f_2$  – рік виходу фільму;

$f_3$  – режисер фільму;

$f_4$  – акторський склад фільму, визначається, як

$$f_1 = \frac{\sum_{i=1}^n f_{4i}}{n}$$

де  $n$  – кількість акторів, а  $f_{4i}$  – значення фактора для  $i$ -го актора.

$f_5$  – телекомпанія;

$f_6$  – рейтинг IMDB=[0;10], визначається:

$$e_6 = \frac{f_6}{10} \in [0;1]$$

$f_7$  – країна.

Рейтинг фільму визначається, як

$$R = e_1 \cdot f_1 + e_2 \cdot f_2 + e_3 \cdot f_3 + \dots + e_7 \cdot f_7$$

У якості технологій для реалізації додатку може бути обрано СУБД MS ACCESS. СУБД MS Access (Microsoft Access) – одна з найпопулярніших систем для IBM PC та сумісних з нею комп'ютерами. У MS Access представлений потужний інструментарій для розробників, що забезпечує можливості програмування на рівні Microsoft VisualBasic. СУБД MS Access зберігає дані в одному файлі, при цьому розподіляє дані по різних таблицях.

При завантаженні продукту з'являється вікно яке зображено на рис. 2.

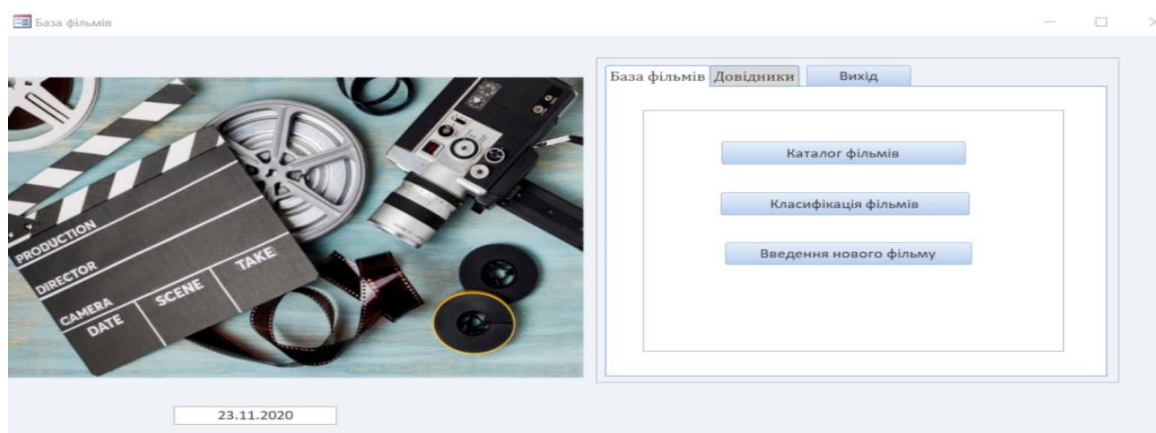


Рисунок 2 – Вхід у систему

При натисканні кнопки «Введення нового фільму», відкривається вікно в яке можна додати нові фільми у базу даних. Є можливість заповнити такі фактори: найменування, жанр, дата, телекомпанія, держава, тривалість, актори, інформація про фільм, зміст, фото фільму (рис. 3).

Рисунок 3 – Вікно для реєстрації фільму в систему

Система дає можливість додатково переглянути каталог фільмів та їх класифікацію. Отриманий програмний продукт системи підтримки прийняття рішень вибору фільмів для перегляду, надає можливість оптимального вибору з урахуванням індивідуальних вимог глядача (перегляд фільмів з максимальним рейтингом).

Отже, за допомогою реляційної системи управління базами даних корпорації Microsoft Access реалізовано додаток системи підтримки прийняття рішень вибору фільмів для перегляду, що надає можливість шляхом запропонованої моделі забезпечити вибір фільму з урахуванням індивідуальних вимог глядача. Однак, під час детального аналізу моделі виявляється, що існування факторів із невисокою точністю вхідних даних впливає на результат. Отже, цілий ряд умов у математичних моделях вимагає їх аналізу ще в стадії її побудови (визначення рівнянь та нерівностей, що визначають змінні величини).

### Висновки

1. Висновок перший. Сучасний IT-ринок вимагає математичних знань для побудови математичних моделей та їх розв'язків, дослідження статистичних залежностей, реалізації задач розпізнавання образів, побудови нейронних мереж, аналізу великих даних тощо. Проаналізований принцип моделювання системи підтримки прийняття рішень для визначення рейтингу, враховуючи означені фактори, що впливають на його формування.

2. Висновок другий. Нами розглянута формалізована математична модель рейтингування фільмів з урахуванням індивідуальних вимог глядача. Реалізація запропонованої моделі забезпечує розрахунок рейтингової оцінки  $R$  фільму, де враховуються критерії глядача (визначаються персональні коефіцієнти важливості відповідних факторів та змінюються їх значення за потреби). Модель є основою системи підтримки прийняття рішень вибору фільмів для перегляду та надає можливість зробити оптимальний вибір.

### Список літератури

- [1] І. Ю. Семенова, *Математичні моделі МСС: навчальний посібник*. К., Україна: Київський нац. ун-т ім. Т. Г. Шевченка, 2014, 82 с.
- [2] В. Ф. Ситник, *Системи підтримки прийняття рішень: навчальний посібник*. К., Україна: КНЕУ, 2009, 614 с.
- [3] В. В. Хом'юк, І. В. Хом'юк, «Математичне моделювання в контексті здійснення між предметних зв'язків курсу вищої математики у ВНЗ», *Збірник наукових праць «Актуальні питання природничо-математичної освіти»*, Суми: Сумський держ. педагогічний університет ім. А. С. Макаренка, вип. 2(10), с. 43–50, 2017.
- [4] Г. В. Славко, *Математика програмістам: навчальний підручник*. Кременчук, Україна: ПП Щербатих О.В., 2018, 184 с.
- [5] Alexey D Azarov, Svitlana A Kyrylashchuk, Sergey V Bogomolov, Oleksiy Y Stakhov, Andrzej Kotyra, Orken Mamyrbaev, «Selection of the calculus system base for ADC and DAC with weight redundancy», *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2019. International Society for Optics and Photonics*, p. 1117662, 2019.
- [6] С. М. Братушка, С. М. Новак, С. О. Хайлук, *Системи підтримки прийняття рішень: навчальний посібник для самостійного вивчення дисципліни*. Суми, Україна: ДВНЗ «УАБС НБУ», 2010, 265 с.

- [7] М. А. Демиденко, *Системи підтримки прийняття рішень: навч. посіб.* Д., Україна: Нац. гірн. ун-т, 2016, 104 с.
- [8] В. К. Галіцин, Ф. А. Левченко, *Багатокористувацькі обчислювальні системи та мережі: навч. посібник.* К., Україна: КНЕУ, 2017.

Стаття надійшла: 20.02.2021.

#### References

- [1] I. Yu. Semenova, *Matematychni modeli MSS: navchalnyi posibnyk.* K., Ukraina: Kyivskiy nats. un-t im. T. H. Shevchenka, 2014, 82 s.
- [2] V. F. Sytnyk, *Systemy pidtrymky pryiniattia rishen: navchalnyi posibnyk.* K., Ukraina: KNEU, 2009, 614 s.
- [3] V. V. Khomiuk, I. V. Khomiuk, «Matematyчне modeliuвання v konteksti zdiisnennia mizh predmetnykh zviazkiv kursu vyshchoi matematyky u VNZ», *Zbirnyk naukovykh prats «Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity»*, Sumy: Sumskiy derzh. pedahohichnyi universytet im. A. S. Makarenka, vyp. 2(10), s. 43–50, 2017.
- [4] H. V Slavko, *Matematyka proqramistam: navchalnyi pidruchnyk.* Kremenchuk, Ukraina: PP Shcherbatykh O.V., 2018, 184 s.
- [5] Alexey D Azarov, Svitlana A Kyrylashchuk, Sergey V Bogomolov, Oleksiy Y Stakhov, Andrzej Kotyra, Orken Mamyrbayev, «Selection of the calculus system base for ADC and DAC with weight redundancy», *Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2019. International Society for Optics and Photonics*, p. 1117662, 2019.
- [6] S. M. Bratushka, S. M. Novak, S. O. Khailuk, *Systemy pidtrymky pryiniattia rishen: navchalnyi posibnyk dlia samostiinoho vyvchennia dystsypliny.* Sumy, Ukraina: DVNZ «UABS NBU», 2010, 265 s.
- [7] М. А. Демиденко, *Systemy pidtrymky pryiniattia rishen: navch. posib.* D., Ukraina: Nats. hirn. un-t, 2016, 104 s.
- [8] V. K. Halitsyn, F. A. Levchenko, *Bahatokopystuvatski obchysliuvalni systemy ta mepezhi: navch. posibnyk.* K., Ukraina: KNEU, 2017.

#### Відомості про авторів

**Кирилашук Світлана Анатоліївна** – кандидат педагогічних наук, доцент, декан факультету інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії.

**Хом'юк Ірина Володимирівна** – доктор педагогічних наук, професор, професор кафедри вищої математики.

**Бондаренко Злата Василіївна** – кандидат педагогічних наук, доцент, доцент кафедри вищої математики.

**Кирилашук Тетяна Геннадіївна** – асистент кафедри вищої математики.

С. А. Кирилашук, И. В. Хом'юк, З. В. Бондаренко, Т. Г. Кирилашук

## ПОСТРОЕНИЕ ФОРМАЛИЗОВАННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСЧЕТОВ РЕЙТИНГОВОЙ ОЦЕНКИ

Винницкий национальный технический университет, Винница

S. A. Kyrylashchuk, I. V. Khomyuk, Z. V. Bondarenko, T. G. Kyrylashchuk

## CONSTRUCTION OF A FORMALIZED MATHEMATICAL MODEL TO ENSURE THE CALCULATION OF RATING ASSESSMENT

Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia