

Одержано редакцією 20.10.2021 р.
Прийнято до публікації 08.12.2021 р.

УДК 378:517

DOI 10.31651/2076-5886-2021-1-84-90

PACS 02.60.-x

ДЗІЮБА Вікторія Анатоліївна,
кандидат технічних наук, викладач
кафедри прикладної математики та
інформатики Черкаського національного
університету імені Богдана
Хмельницького
e-mail: viktoriya.dzyuba15@gmail.com
ORCID 0000-0003-1655-0333

ВИКОРИСТАННЯ АПАРАТУ АЛГЕБРИ ТА ГЕОМЕТРІЇ У ПРОЦЕСІ РОЗВ'ЯЗАННЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ ПІД ЧАС НАВЧАННЯ ФАХІВЦІВ У СФЕРІ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

Вдале поєднання математичного апарату, сучасної інженерії та високих технологій дає змогу реалізувати сміливі ідеї та втілити надсучасні рішення у життя кожного з нас.

У статті показано, що оволодіння апаратом алгебри для фахівців з аналізу даних є вкрай важливим аспектом для успішного вирішення задач прикладного характеру, крім цього, це дозволить у майбутньому перспективно реалізувати себе в кар'єрному плані. В якості підтвердження актуальності обраного напрямку дослідження, вказані провідні науковці та їх роботи по тематиці даної статті.

Окреслено основні сучасні напрямки використання математичних дисциплін для розвитку інформаційних систем та технологій. Розроблено алгоритм виконання елементарної задачі теорії матричних ігор та її програмну реалізацію у середовищах Python та Javascript.

Розглянуто розв'язання задачі прикладного характеру, із використанням алгебраїчних підходів, стосовно побудови моделі мережі транспортних потоків та проаналізовано отримані результати.

Ключові слова: алгебра та геометрія, математична модель, аналіз даних, інформаційні системи, новітні технології.

Вступ

Стрімкий розвиток інформаційних систем та новітніх технологій вносить динаміку позитивних змін у кожен сферу життєдіяльності людини. Прогресивні інженерні рішення формують нові підходи до автоматизації процесів, наприклад дозволяють комфортно подорожувати по новій місцевості із застосуванням карт, онлайн-перекладачів, дронів тощо. Для успішного функціонування вказаних новітніх технологій передбачається використання сучасного апарату математичних дисциплін [1].

Опанування дисципліни «Алгебра та геометрія» є фундаментальним етапом на шляху до вивчення предметів циклу професійного спрямування спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології». Це можна пояснити тим, що більшість задач програмування зводиться до розв'язання систем лінійних рівнянь, побудови матриць та дій над ними, виконання базових операцій над векторами тощо [2].

Крім цього, для більшості ІТ-компаній, рівень математичних знань є індикатором до того, настільки майбутній працівник буде компетентний у своїй роботі.

Разом з цим, безпосереднє вивчення теорії та розв'язання математичних задач, під час навчання, призводить до того, що студент практично втрачає зв'язок між витраченими роками на оволодіння математичних дисциплін та їх значимістю у майбутній кар'єрі.

У зв'язку з цим, виникає необхідність до вивчення питання використання апарату алгебри та геометрії з точки зору практичної реалізації можливих рішень для задач прикладного характеру.

Починаючи із 30-х років XIX століття простежується тенденція до розвитку обчислювальних машин, де ключовим є апарат математичної логіки, який закладає основи існуючих мов програмування, які ґрунтуються на алгоритмічному виконанні команд.

Обрана тематика дослідження є досить актуальною про що свідчить поява, останнім часом, великої кількості публікацій по даному напрямі, зокрема з рядом нових результатів можна ознайомитися у роботах D.C. Lay, J. Hefferon, D. Poole, I.V. Алексеева, К. Бека, В.В. Булдігіна, В.І. Гур'єва, В.В. Корнещука, О.Я. Кучерука, З.О. Сердюк, В.І. Трофименко, Д.Є. Щедролосьєва.

Важливу роль у формуванні світогляду майбутніх програмістів відіграє література видатних сучасників, а саме: Г. Бейтсона, Д. Гілдера, Д. Гофстедтера, П. Діамандіса, С. Котлера, Р. Пенроуза, К. Стейнера та багато інших.

Варто відмітити, що всі існуючі сфери точних наук мають бути зосереджені на розвиток нестандартного мислення, що дозволить програмісту самостійно розробляти унікальні алгоритми та програми без використання шаблонів [3].

Метою статті є реалізація апарату алгебри та геометрії у процесі вирішення прикладних задач при підготовці фахівців у сфері інформаційних систем та технологій.

Виклад основного матеріалу

За допомогою систем лінійних рівнянь можна змодельовати більшу частину задач прикладного характеру, а саме: проектування інженерних споруд; обробку результатів вимірів або опитувань; планування виробничих процесів чи інших технічних завдань; прогнозування наукових експериментів тощо [4]. Набуття вмінь та навичок, під час навчання в університеті, до вирішення такого роду задач, відкриває перспективні кар'єрні можливості перед фахівцями аналізу даних. Для цього, необхідно підтримувати неперервний зв'язок між теоретичним та прикладним застосуванням навчального матеріалу, що дозволить збільшити внутрішню мотивацію до вивчення дисципліни «Алгебра та геометрія». Проілюструємо основні аспекти залучення математичних дисциплін, через призму сучасних напрямів, до розвитку інформаційних систем та технологій.

Аналізуючи ринок ІТ-індустрії, можна споглядати, що одним із найцікавіших та прогресивних напрямків у сфері інформаційних систем та технологій є розробка комп'ютерних ігор. Значна частина, а саме понад 60% мобільних ігор виготовлені на базі платформи Unity. Останнім часом, простежується тенденція до збільшення попиту на VR технології нового покоління – віртуальні кімнати, простори.

Крім цього, останні досягнення у сфері ІТ-технологій дозволяють використовувати віртуальні технології для будівництва, облаштування інтер'єрів, кінематографії, автомобілебудування тощо. Якщо досліджувати практичну сторону таких новітніх реалізацій, то це можливо за рахунок використання апарату матричної та векторної алгебри [5, 6].

Використання векторів дає змогу визначати і зберігати у пам'яті такі характеристики об'єкта, як: положення, напрямок, швидкість. Для того щоб ігровий об'єкт або персонаж переміщався необхідно використовувати додавання векторів, а під час стрільби зброї – віднімання векторів. Під час побудови стратегії гри із спецефектами, основна суть зводиться до розрахунку відстані між ними і персонажем

та сумуванні збитків, у такому випадку потрібно розрахувати вектор, який знаходиться між ними, виконувати операції цілочисельного ділення тощо.

Для прикладу розглянемо квадратну матрицю $M[m_{ij}]$ розмірністю 3×3 . Математична постановка задачі полягає у перевірці на цілочисельне ділення відповідних елементів матриці $C[c_i]$ на відповідні елементи матриці $R[r_i]$ (табл. 1.1), де $C[c_i]$ – матриця добутку елементів початкової матриці $M[m_{ij}]$ по стовпцях; $R[r_i]$ – матриця добутку елементів початкової матриці $M[m_{ij}]$ по рядках.

Таблиця 1.

$M[m_{ij}]$			$R[r_i]$	$C[c_i]$			$R[r_i]$	$C[c_i] // R[r_i]$
1	2	3	6	28	6	28 // 6=4		
4	5	6	120	80	120	80 // 120=0	=	
7	8	9	504	162	504	162 // 504=0		

$C[c_i]$

28	80	162
----	----	-----

Програмну реалізацію задачі (табл. 1) в середовищах Python та Javascript, відповідно, представлено на рис. 1.

```
def ZeroDiv(M, N):
    R = []
    C = []
    for i in range(N):
        r = 1
        c = 1
        for j in range(N):
            r *= M[i][j]
            c *= M[j][i]
        R.append(r)
        C.append(c)
    z = 0
    try:
        for i in range(N):
            if C[i]//R[i] == 0:
                z += 1
    except:
        return -1
    if z >= 2:
        return 1
    else:
        return 0
if __name__ == "__main__":
    M = [[1, 2, 3],
         [4, 5, 6],
         [7, 8, 9]]
    N = len(M)
    x = ZeroDiv(M, N)
    print(x)

function ZeroDiv(M, N) {
    let R = []
    let C = []
    for (let i = 0; i < N; i++) {
        r = 1
        c = 1
        for (let j = 0; j < N; j++) {
            r *= M[i][j]
            c *= M[j][i]
        }
        R.push(r)
        C.push(c)
    }
    z = 0
    try {
        for (let i = 0; i < N; i++)
            if (Math.floor(C[i] / R[i]) == 0)
                z += 1
    }
    catch {
        return -1
    }
    if (z >= 2)
        return 1
    else
        return 0
}
let M = [[1, 2, 3],
         [4, 5, 6],
         [7, 8, 9]]
let N = M.length
let x = ZeroDiv(M, N)
document.write(x)
```

Рис. 1. Програмна реалізація алгоритму в середовищі Python та Javascript

Для забезпечення достовірності оперування функціями будь-якої мови програмування необхідно чітко розуміти алгоритм виконання поставленої задачі та ймовірні шляхи його реалізації [3].

Алгоритм виконання задачі

1. Обчислити добуток елементів матриці $M[m_{ij}]$ по рядках та стовпцях;
2. Зберегти добуток кожного рядка та стовпця у масивах $R[r_i]$ та $C[c_i]$ відповідно;
3. Виконати цілочисельне ділення відповідних елементів масиву $C[c_i]$ на $R[r_i]$;
4. Якщо отримаємо два або більше нулі, то повертається число 1, у протилежному випадку число 0;
5. Якщо знаменник дорівнює нулю, то повертається помилка поділу на нуль число -1.

Беручи до уваги описаний алгоритм та результати представлені у табл. 1., матимемо кінцевим значенням 1, де просторова складність алгоритму буде залежати від розмірності вихідної матриці.

Для обробки та аналізу великих масивів з даними їх необхідно розмістити у багатовимірному просторі та скористатися алгебраїчними і геометричними підходами, описати залежності між ними. Це дозволить виявити існуючі взаємозв'язки, закономірності для візуальної інтерпретації конкретної моделі, яку можна описати в режимі реального часу [4]. Отримані результати такого дослідження відкривають нові перспективи до використання моделей з метою прогнозування та прийняття рішень у вирішенні задач прикладного характеру. Це можуть бути дослідження природних потоків різнопланових величин через мережу, де вводяться до розгляду системи лінійних рівнянь [1]. Прикладами таких досліджень є: 1) контроль структури транспортних потоків у мережі міських вулиць; 2) моніторинг мережі водопроводів; 3) струми, які протікають через електричні кола; 4) аналіз розподілу продукції з виробництв до споживачів через мережу оптової і роздрібною торгівлі тощо. У більшості випадків, виникає необхідність до опрацювання сотень і навіть тисяч змінних та рівнянь.

За своєю структурою мережа являє собою множину точок, які називають вузлами (з'єднаннями), які повністю або частково пов'язані між собою за допомогою прямих (дуг), які називають ланками (гілками). Крім цього, задається напрям потоку для кожної ланки та сумарний потік (швидкість) за рахунок обраної змінної. Під час аналізу потоків у мережі загальноприйнятими є такі припущення: 1) Загальний потік у мережі визначається, як загальний потік на виході з мережі; 2) загальний потік на вході у вузол дорівнює загальному потоку на виході з вузла.

При постановці задач дослідження поточкових мереж виникає необхідність у знаходженні потоку у кожній ланці, при заданій частковій інформації (такої як вхід у сітку) [5].

Зосередимо увагу на вирішенні задачі прикладного характеру стосовно мережі транспортних потоків. На рис. 2. представлений транспортний потік (у транспортних засобах за годину) через декілька центральних вулиць міста з одностороннім рухом у першій половині дня. Необхідно визначити структуру загального потоку для мережі та проаналізувати отримані значення змінних для невідомих потоків у гілках $(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5)$.

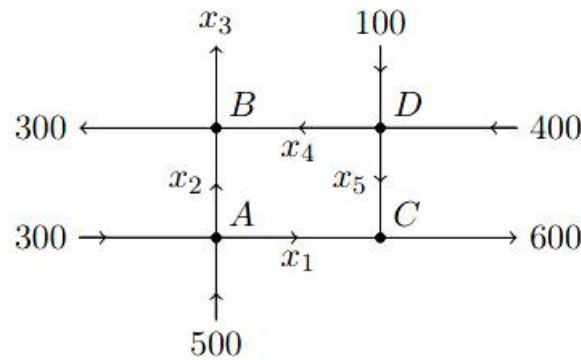


Рис. 2. Транспортний потік вулицями міста

Побудуємо систему лінійних рівнянь, яка описуватиме транспортний потік представлений на рис. 2. та знайдемо її загальний розв'язок. Для цього врахуємо, що на кожному перехресті (A, B, C, D) «потік у» та «потік з» є рівнозначними величинами, тобто матимемо наступні рівності (1):

$$\begin{aligned} 300 + 500 &= x_1 + x_2 \\ x_2 + x_4 &= 300 + x_3 \\ x_1 + x_5 &= 600 \\ 100 + 400 &= x_4 + x_5. \end{aligned} \quad (1)$$

Вважається, що загальний потік у сітці та загальний потік виходу з сітки є рівними між собою ($500+300+100+400=300+x_3+600$), легко бачити, що $x_3=400$. Із врахуванням рівності (1) система лінійних рівнянь матиме вигляд (2).

$$\begin{cases} x_1 + x_2 = 800 \\ x_2 + x_4 - x_3 = 300 \\ x_1 + x_5 = 600 \\ x_4 + x_5 = 500 \\ x_3 = 400. \end{cases} \quad (2)$$

Таким чином, загальний потік моделі для сітки можна представити у вигляді (3).

$$\begin{cases} x_1 = 600 - x_5 \\ x_2 = 200 + x_5 \\ x_3 = 400 \\ x_4 = 500 - x_5 \\ x_5 - \text{вільна}. \end{cases} \quad (3)$$

Проаналізуємо отримані результати (3) для вихідної системи лінійних рівнянь (2), із врахуванням вихідної постановки задачі рис. 2. Кожна із представлених змінних – x_1, x_2, x_3, x_4, x_5 не може набувати від'ємного значення, оскільки розглядається випадок транспортного потоку з одностороннім рухом. Очевидно, що це дозволяє встановити

обмеження на допустимі значення змінних, тобто $x_5 \leq 500$ і тд. Можуть мати місце і додаткові обмеження, які пов'язані із непередбаченими обставинами (технічним обслуговуванням доріг тощо).

Очевидно, що фахівці сучасного рівня у сфері інформаційних систем та технологій мають досить добре розуміти математичну теорію та орієнтуватися у комп'ютерній реалізації математичних методів до вирішення практичних задач. Для цього існує значна кількість спеціалізованих пакетів програмного забезпечення, таких як Mathcad, Matlab, Mathematica, Maple тощо. Як наслідок, успішне формування вмінь та навичок до використання математичного апарату дозволить програмістам розробляти стабільні утиліти, які задовольнятимуть вимоги користувачів.

Висновки

У статті розглянуто прикладну реалізацію апарату алгебри та геометрії при підготовці фахівців із спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології». Запропоновано вдосконалювати існуючі підходи до навчання майбутніх фахівців з аналізу даних, зокрема за рахунок залучення їх до вирішення прикладних задач із можливістю інтерпретувати отримані результати на програмному рівні.

Встановлено, що ключовим фактором успішної підготовки майбутніх програмістів є ґрунтовна математична база, яка дає можливість формувати зрозумілі та логічні рішення під час роботи над різними проектами у подальшій професійній діяльності. В якості підтвердження, вказано основні сучасні напрямки розвитку інформаційних систем та новітніх технологій із використанням математичних дисциплін. Наведено приклад використання апарату матричної та векторної алгебри, розроблено та реалізовано алгоритм елементарної задачі теорії матричних ігор у середовищах Python та Javascript. Розглянуто та проаналізовано використання основних алгебраїчних підходів для побудови моделі мережі транспортних потоків.

Таким чином, володіння апаратом алгебри та геометрії дозволить фахівцю інформаційних систем та технологій генерувати нові ідеї та практично їх реалізовувати, що призведе до вдосконалення існуючих та створення нових напрямків ІТ-індустрії.

Список використаної літератури:

1. Бахрушин В. Є. Методи аналізу даних : навчальний посібник для студентів / В.Є. Бахрушин. – Запоріжжя : КПУ, 2011. – 268 с.
2. Біла, Н.І. Інформаційні системи та технології в управлінні: методичні вказівки / Н.І. Біла. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – 50 с.
3. Івченко, І.Ю. Математичне програмування: Навчальний посібник / І.Ю. Івченко. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 232 с.
4. Tian, Y., Lo, D., Sun, C.: DRONE: predicting priority of reported bugs by multi-factor analysis. In: 2013 IEEE International Conference on Software Maintenance, Sept. 22–28, pp. 200–209. Eindhoven, Netherlands (2013). <https://doi.org/10.1109/icsm.2013.31>
5. Tian, Y., Lo, D., Xia, X., Sun, C.: Automated prediction of bug report priority using multifactor analysis. Empirical Softw. Eng. 20(5), 1354–1383 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10664-014-9331-y>
6. Yang, X., Du, J., Liu, S., Li, R., Liu, H.: Air pollution source estimation profiling via mobile sensor networks. In: 2020 International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems (CITS), July 6–8. Kunming, China (2020). <https://doi.org/10.1109/cits.2016.7546456>

References:

1. Bakhrushin, V. (2011). Methods of data analysis: a textbook for students. [in Ukrainian]
2. Bila, N.I. (2014), Informatsiini systemy ta tekhnolohii v upravlinni: metodychni vказivky [Information Systems and Technologies in Management: Guidelines]. Zaporizhzhia: ZNTU [in Ukrainian].
3. Ivchenko, I. Yu. (2007), Matematichne programuvannya: Navchalnij posibnik [Mathematical Programming: A Tutorial]. Kyiv: Czentr uchbovoyi literaturi [in Ukrainian].

4. Tian, Y., Lo, D., Sun, C. (2021). DRONE: predicting priority of reported bugs by multi-factor analysis. *In: 2013 IEEE International Conference on Software Maintenance*, Sept. 22–28, pp. 200–209. Eindhoven [in Netherlands]. <https://doi.org/10.1109/icsm.2013.31>
5. Tian, Y., Lo, D., Xia, X., Sun, C. (2019). *Automated prediction of bug report priority using multifactor analysis*. *Empirical Softw. Eng.* 20(5), 1354–1383. [in Netherlands]. <https://doi.org/10.1007/s10664-014-9331-y>
6. Yang, X., Du, J., Liu, S., Li, R., Liu, H. (2020). Air pollution source estimation profiling via mobile sensor networks. *In: 2020 International Conference on Computer, Information and Telecommunication Systems (CITS)*, July 6–8. Kunming [in China]. <https://doi.org/10.1109/cits.2016.7546456>

DZYUBA Viktoriya,

Candidate of Technical Sciences, Lecturer, The Bohdan Khmelnytsky National University of Cherkasy

USING OF ALGEBRA AND GEOMETRY METHODS IN THE PROCESS OF SOLVING APPLIED PROBLEMS DURING THE LEARNING OF INFORMATION SYSTEM AND TECHNOLOGIES SPECIALISTS

Summary. Introduction. *A successful combination of mathematical apparatus, modern engineering and high technology allows us to implement bold ideas and implement state-of-the-art solutions in the life of each of us.*

The article shows that mastering the apparatus of algebra for data analysts is an extremely important aspect for the successful solution of applied problems, in addition, it will allow in the future to realize themselves in a promising career. As a confirmation of the relevance of the chosen direction of research, the leading scientists and their work on the subject of this article are indicated.

The main modern directions of using mathematical disciplines for the development of information systems and technologies are outlined. An algorithm for performing an elementary task of matrix game theory and its software implementation in Python and Javascript environments has been developed.

The solution of the problem of applied nature, using algebraic approaches, to build a model of the network of transport flows is considered and the obtained results are analyzed.

The purpose of the article is the implementation of the apparatus of algebra and geometry in the process of solving applied problems in the training of specialists in the field of information systems and technologies.

Results. *The use of basic algebraic approaches to build a model of a network of transport flows is considered and analyzed. It is established that the key factor of successful training of future programmers is a solid mathematical base, which allows to form clear and logical solutions while working on various projects in further professional activities. As a confirmation, the main modern directions of development of information systems and the newest technologies with use of mathematical disciplines are specified.*

An example of using the apparatus of matrix and vector algebra is given, the algorithm of the elementary problem of matrix game theory in Python and Javascript environments is developed and implemented.

Conclusion. *The article considers the applied implementation of the apparatus of algebra and geometry in the training of specialists in the specialty 126 "Information Systems and Technologies". It is proposed to improve the existing approaches to the training of future specialists in data analysis, in particular by involving them in solving applied problems with the ability to interpret the results at the program level.*

Thus, mastering the mathematical apparatus will allow the future programmer to generate new ideas and implement them in practice, which will lead to the improvement of existing and creation of new directions in the IT industry.

Keywords: *algebra and geometry, mathematical model, data analysis, information systems, latest technologies.*

*Одержано редакцією 24.09.2021 р.
Прийнято до публікації 24.11.2021 р.*