

Кучерук Оксана Ярославівна

кандидат педагогічних наук, доцент

кафедра інженерії програмного забезпечення

Хмельницький національний університет, м.Хмельницький, Україна

kucheruk.o.ya@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-2812-5318>

## ОЦІНКА ВАЖЛИВОСТІ МАТЕМАТИЧНИХ РОЗДІЛІВ ДЛЯ ФОРМУВАННЯ МАТЕМАТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ІНЖЕНЕРІВ-ПРОГРАМІСТІВ

**Анотація.** Вимоги до математичної компетентності майбутніх інженерів-програмістів дедалі більше зростають. Вивчення математичних дисциплін має забезпечити формування у студентів теоретичної бази та практичних вмінь, що дозволять в майбутньому знаходити оптимальні рішення професійних задач. Для планування математичної підготовки та процесу формування математичної компетентності, а також для подальшого аналізу навчального процесу та оцінювання рівня сформованості математичної компетентності, важливо встановити, які розділи математичних дисциплін є найбільш важливими для майбутньої професійної діяльності. Тому, мета статті – визначити важливість математичних розділів для процесу формування математичної компетентності майбутніх інженерів-програмістів. Для досягнення мети дослідження було використано метод аналізу ієрархій для обробки думок експертів. Визначено важливість математичних розділів, що вивчаються за освітньою програмою підготовки.

**Ключові слова:** математична компетентність; важливість; метод аналізу ієрархій.

**Вступ.** Характерною рисою розвитку науки ХХІ ст. є зміна ролі математичних знань для фахівців різних напрямків та профілів. Нині математичний апарат все активніше проникає в усі сфери діяльності людини: політичну, економічну, соціологічну, психологічну, педагогічну, соціально-медичну та інші. Математика дає людям потужні методи вивчення та розуміння навколишнього світу, методи дослідження як теоретичних, так і практичних проблем. Тому, нині математика займає визначне місце в цілісній системі знань (Бахтіна, 2009).

Змінюються постійно вимоги і до ІТ-фахівців. Сучасна ІТ-індустрія вимагає дедалі більшої кількості фахівців, здатних до проектування складних програмних продуктів, створення якісних, гнучких і надійних програмних компонентів (Кучерук, 2014). Нині рівень багатьох проектів все частіше вимагає вміння створювати алгоритми з нуля, знаходити закономірності в масивах даних, а це вимагає потужної математичної бази.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблеми та особливості підготовки майбутніх ІТ-фахівців розглядали в своїх дослідженнях вітчизняні та закордонні фахівці. Зокрема, проблеми професійної підготовки та формування професійної компетентності досліджували Л. Гришко, Ф. Ільєсова, В. Ліщина, С. Попершняк, Д. Щедросьєв, В. Круглик; питання формування математичної культури О. Дубініна, професійно-математичної компетентності М. Міншин.

В своїх наукових дослідженнях В.Круглик зазначає, що «програміст є фахівцем, який працює з інформацією й даними з метою знаходження максимально ефективного та оптимального вирішення завдання, розробляючи на основі математичних моделей алгоритми, які записує за допомогою засобів програмування (мови, середовища, технології)» (Круглик, 2018).

Вивчення математичних дисциплін в освітньому процесі закладу вищої освіти має забезпечити формування у студентів теоретичної бази та практичних вмінь, що дозволяють майбутньому інженеру-програмісту знаходити оптимальні рішення професійних задач. Проте, специфіка професійної підготовки інженерів-програмістів полягає не лише в одержанні фундаментальних математичних знань, але й у вихованні розуміння, потреби та готовності до засто-

сування математичних методів у професійній діяльності. Тому, нині освітній процес має орієнтуватись не стільки на передачу знань, які мають властивість ставати неактуальними, скільки на оволодіння базовими компетенціями, вміннями і навичками, які потім, у міру необхідності, дозволять здобувати нові знання, додаткові вміння і навички вже самостійно (Митрошин, 2014).

Таким чином, математична підготовка має бути спрямована на формування математичної компетентності, яка є важливим компонентом професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів.

**Метою статті** є визначення важливості математичних розділів для процесу формування математичної компетентності майбутніх інженерів-програмістів та їх майбутньої професійної діяльності.

**Завдання дослідження:** проаналізувати зміст математичної підготовки для різних ІТ-спеціальностей, виділити основні математичні розділи, що є основою у формуванні математичної компетентності; визначити важливість математичних розділів (їх вагу).

Для вирішення зазначених завдань дослідження було використано наступні **методи дослідження:** аналіз і вивчення психолого-педагогічної, методичної та спеціальної літератури, інформаційних джерел з проблеми дослідження; метод анкетування (опитування експертів) та метод аналізу ієрархій.

**Виклад основного матеріалу.** Математична компетентність є не лише однією з складових професійної компетентності майбутніх інженерів-програмістів, а й відіграє важливу роль, як в професійному становленні особистості, так і загальнокультурному її розвитку (Кучерук, 2016). Детальний аналіз поняття «математична компетентність» здійснено нами в попередніх наших дослідженнях, а також визначено, що ми розуміємо під математичною компетентністю майбутніх інженерів-програмістів. Подальші дослідження вимагають більш детального аналізу математичної підготовки, що здійснюється у ЗВО.

Цикл математичних дисциплін для ІТ-спеціальностей (зокрема, «інженерія програмного забезпечення», «комп'ютерні науки», «комп'ютерна інженерія») нині включає наступні розділи: алгебра та аналітична геометрія, математичний аналіз, дискретна математика, математична логіка та теорія алгоритмів, теорія ймовірностей та математична статистика, диференціальні рівняння, чисельні ме-

тоди, моделювання систем, системний аналіз, теорія прийняття рішень, математичні методи дослідження операцій, тощо. Для деяких спеціальностей ці розділи вивчаються як окремі дисципліни, для інших частина з перелічених розділів об'єднана в одну дисципліну «вища математика».

Проте для всіх спеціальностей, що розглядаються, можна виділити спільну частину їх математичної підготовки, до якої входять наступні розділи: алгебра та геометрія, математичний аналіз, диференціальні рівняння, дискретна математика, математична логіка та теорія алгоритмів, теорія ймовірностей та математична статистика.

Для планування математичної підготовки та процесу формування математичної компетентності, а також для подальшого аналізу навчального процесу, важливо встановити, які розділи математичних дисциплін є найбільш важливими для майбутньої професійної діяльності.

З метою визначення рівня важливості кожного розділу для професійної діяльності інженера-програміста ми використали ідею запропоновану П. Митрошином (Митрошин, 2014). В основі якої обробка думок експертів за допомогою методу аналізу ієрархій (МАІ), запропонованого американським вченим Т. Сааті.

В рамках методу аналізу ієрархій немає загальних правил для формування структури моделі прийня-

ття рішення. Це є відображенням реальної ситуації прийняття рішення, оскільки завжди для однієї і тієї ж проблеми є цілий спектр думок. Метод дозволяє врахувати цю обставину за допомогою побудови додаткової моделі для узгодження різних думок, за допомогою визначення їх пріоритетів. Таким чином, метод дозволяє враховувати «людський фактор» при підготовці прийняття рішення. Це одна з важливих переваг даного методу перед іншими методами прийняття рішень (Митрошин, 2014).

Застосування методу аналізу ієрархій відбувається в декілька етапів. Реалізація цих етапів дозволяє одержати об'єктивні кількісні оцінки вагомості всіх елементів в структурі ієрархії, пов'язаної з поставленою проблемою (Сааті, 1993).

Першим етапом є декомпозиція проблеми та побудова моделі проблеми у вигляді ієрархії. Для визначення рівня важливості математичних розділів для професійної діяльності інженера-програміста ієрархічна модель має вигляд, представлений на рис. 1.

Перший рівень: мета – важливість математичного розділу для майбутньої професійної діяльності.

Другий рівень: критерії – важливі групи експертів. Для вирішення проблеми нашого дослідження було залучено 4 групи експертів: професори (випускових кафедр), доценти (випускових кафедр), представники ІТ-компаній (випускники навчального закладу) та студенти-магістри ІТ-спеціальностей.



Рис. 1. Ієрархічна модель проблеми визначення рівня важливості математичних розділів для майбутньої професійної діяльності інженерів-програмістів

Третій рівень: альтернативи – математичні розділи, які оцінюють експерти (алгебра; аналітична геометрія; диференціальне числення функції однієї та багатьох змінних; інтегральне числення функції однієї та багатьох змінних; числові та функціональні ряди, ряд Фур'є; дискретна математика; математична логіка; теорія ймовірностей; математична статистика).

На другому етапі для визначення важливості складових моделі на кожному рівні ієрархії будуються обернено-симетричні матриці попарних порівнянь. Елементи матриці порівнянь  $A = \|a_{ij}\|$  – це

попарні відношення важливості  $i$ -го та  $j$ -го критеріїв (альтернатив), які виражаються в числовій формі з використанням спеціальної шкали відносної важливості (табл. 1), тобто значення елемента  $a_{ij}$  відповідає рівню важливості  $i$ -го елемента по відношенню до  $j$ -го. Елементи матриці попарних порівнянь задовольняють співвідношення  $a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}}$  для будь-яких

$i, j$ . (Сааті, 1993; Катренко & Савка, 2008).

Таблиця 1.

Шкала відносної важливості (шкала Сааті)	
Визначення переваг або важливості однієї альтернативи над іншою	Міра переваги (важливості)
Переваги немає зовсім. Рівнозначна	1
Незначна перевага. Дещо важливіша	3
Відчутна перевага. Важливіша	5
Сильна перевага. Значно важливіша	7
Абсолютна перевага. Абсолютна важливість	9
Проміжні оцінки	2, 4, 6, 8.

Наступним кроком є визначення за матрицями парних порівнянь векторів локальних пріоритетів для елементів другого та третього рівнів моделі, а також перевірка узгодженості матриць парних порівнянь.

Т.Сааті показав, що для того, щоб одержати пріоритети елементів, що досліджуються, по відношенню до елемента з верхнього рівня ієрархії, необхідно знайти власний вектор матриці  $A$ , що відповідає її максимальному власному значенню. Даний власний вектор і буде вектором пріоритетів (Сааті, 1993).

Очевидно, що домогтися повної погодженості матриці парних порівнянь при експертних оцінках об'єктів неможливо, тому необхідно перевірити ступінь погодженості отриманих оцінок. Як міру пого-

дженості розглядають два показники: індекс узгодженості  $IU = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$  та відношення узгодже-

ності  $BU = \frac{IU}{BI}$ , де  $\lambda_{\max}$  – максимальне власне значення матриці  $A$ ,  $n$  – порядок матриці,  $BI$  – випадковий індекс, що визначається за таблицею (табл. 2).

Якщо значення  $BU$  менше ніж 0,1, то ступінь узгодженості вважається прийнятним (Катренко & Савка, 2008; Митрошин, 2014).

На заключному етапі визначається вектор глобальних пріоритетів.

Таблиця 2.

Значення випадкового індексу

порядок матриці	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
BI	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,54	1,56	1,57	1,59

Отже, після побудови ієрархічної моделі досліджуваної проблеми (рис. 1) нами було сформовано матрицю відносної важливості критеріїв (груп експертів) по відношенню до мети (рис.2). Після чого кожному експерту було запропоновано порівняти виокремленні математичні розділи, щодо їх важливості для підготовки програмістів та їх майбутньої професійної діяльності. Для кожної групи експертів було встановлено узгодженість думок експертів, що дозволяє їх усереднити. Отже, для об'єднання оцінок суджень декількох експертів (однієї групи) побудовано матрицю з середнім геометричним оцінок.

Рис. 2. Матриця парних порівнянь критеріїв (груп експертів)

Кожна матриця перевірена на узгодженість, а саме визначено індекс узгодженості та відношення узгодженості. Перевірка узгодженості матриць та розрахунок векторів локальних пріоритетів здійснювалась з використанням програмного продукту «MPRIORITY 1.0». Одержані результати представлено на рис. 3.

		Прозивом попарніє сравнення относительно объекта СТУДЕНТИ									
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	Приоритет
1.	АЛГЕБРА	1	2	6	7	5	3	4	3	2	0,2588
2.	ГЕОМЕТРИЯ	1/2	1	6	7	6	1	1	2	1	0,152
3.	ДИФ. ЧИСЛ	1/6	1/6	1	2	1/5	1/7	1/7	1/7	1/8	0,0207
4.	ІНТЕГ. ЧИСЛ	1/7	1/7	1/2	1	1/5	1/9	1/9	1/8	1/9	0,0157
5.	РЯДИ	1/5	1/6	5	5	1	1/3	1/2	1/2	1	0,0611
6.	ДИСКРЕТНА	1/3	1	7	9	3	1	1/2	1	2	0,1303
7.	МАТЛОЖКА	1/4	1	7	9	2	2	1	1	2	0,1408
8.	ТЕОР. ЙМОВ	1/3	1/2	7	8	2	1	1	1	2	0,123
9.	МАТ. СТАТ	1/2	1	8	9	1	1/2	1/2	1/2	1	0,0972

СЗ: 9,6787    Применить  
 ИС: 0,0848    Закреть  
 ОС: 0,0585    Отмена    Исследовать

Рис. 3. Матриці попарних порівнянь математичних розділів експертами

На завершальному етапі визначаємо вагу кожного розділу, для чого знаходимо вектор глобальних пріоритетів. Даний вектор знаходиться як добуток

матриці локальних пріоритетів альтернатив і вектора локальних пріоритетів критеріїв.

$$\begin{pmatrix} 0,0597 & 0,1074 & 0,1237 & 0,2588 \\ 0,1133 & 0,095 & 0,0839 & 0,152 \\ 0,0259 & 0,0452 & 0,0252 & 0,0207 \\ 0,0285 & 0,0413 & 0,0247 & 0,0157 \\ 0,0971 & 0,0598 & 0,0247 & 0,0611 \\ 0,2939 & 0,2317 & 0,3049 & 0,1303 \\ 0,2104 & 0,2424 & 0,3317 & 0,1408 \\ 0,0552 & 0,1086 & 0,041 & 0,123 \\ 0,1156 & 0,0681 & 0,0398 & 0,0972 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 0,466 \\ 0,3295 \\ 0,158 \\ 0,0462 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,0947 \\ 0,1044 \\ 0,0319 \\ 0,0315 \\ 0,0717 \\ 0,2676 \\ 0,2369 \\ 0,0737 \\ 0,0871 \end{pmatrix}$$

Таким чином, одержуємо вектор узагальнених пріоритетів основних математичних розділів, що ґрунтується на експертних оцінках:

Математичний розділ	Вага
Дискретна математика	0,2676
Математична логіка	0,2369
Аналітична геометрія	0,1044
Алгебра	0,0947
Математична статистика	0,0871
Теорія ймовірностей	0,0737
Числові та функціональні ряди, ряд Фур'є	0,0717
Диференціальне числення функції однієї та багатьох змінних	0,0319
Інтегральне числення функції однієї та багатьох змінних	0,0315

Проведений аналіз з використанням методу аналізу ієрархій, на нашу думку, дає можливість об'єктивно оцінити важливість кожного математичного розділу, що вивчається, для майбутньої професійної діяльності та формування математичної компетентності майбутніх інженерів-програмістів.

**Висновок.** Отже, метод аналізу ієрархій дозволяє якісно і системно вирішити проблему оцінки важливості математичних розділів для професійної діяльності інженера-програміста, оскільки, даний метод

є одночасно і якісним і кількісним. Будучи в своїй основі якісним, оскільки використовується інформація про попарні порівняння за лінгвістичними критеріями, метод дозволяє кількісно оцінити пріоритети альтернатив.

Одержані результати є важливими для планування процесу формування математичної компетентності майбутніх інженерів-програмістів та побудови моделі оцінки сформованості математичної компетентності.

### Список використаної літератури

Бахтіна Г.П. Про значущість математичної освіти в розв'язанні проблеми узгодження аналогового та дигітального мислення. *Електронне наукове фахове видання «Науковий вісник Донбасу»*. 2009. №2 (3). URL: <http://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN8/09bgptdm.pdf> (дата звернення: 15.04.2016).

Катренко А.В., Савка І.В. Оцінювання невизначеностей та аналіз на чутливість в методі аналітичної ієрархії (МАІ). *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. 2008. №610 (Інформаційні моделі та мережі). С.148–158.

Крухлик В.С. Система підготовки майбутніх інженерів-програмістів до професійної діяльності у вищих навчальних закладах: автореф. дис. ... д-ра пед. наук 13.00.04 / Запорізький нац. ун-т. Запоріжжя, 2018. 40с.

Кучерук О. Я. Компетентнісний підхід у підготовці майбутніх інженерів-програмістів. *Науковий огляд*. 2014. №2 (3), II частина. С. 79–86.

Кучерук О. Я. Методологічні підходи формування математичної компетентності майбутніх інженерів-програмістів. *Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота»*. 2016. Вип. 2 (39). С.122–125.

Митрошин П. А. Использование современных систем электронного обучения для контроля качества образования. *Устойчивое развитие: наука и практика*. 2014. Вып.1 (12). С.101–117.

Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М: Радио и связь, 1993. 320 с.

### References

Bakhtina, H.P. (2009). Pro znachushchist matematychnoi osvity v rozv'iazanni problemy uzgodzhennia analogovoho ta dyhitalnoho myslennia. [The importance of mathematical education in solving the problem of reconciling analog and digital thinking]. *Naukovyi visnyk Donbasu*, 2(3). URL: <http://nvd.luguniv.edu.ua/archiv/NN8/09bgptdm.pdf>

Katrenko, A.V., & Savka, I.V. (2008). Otsiniuvannia nevyznachenosti ta analiz na chutlyvist v metodi analitychnoi ierarhii (MAI). [Estimation of uncertainty and sensitivity analysis in the method of analytical hierarchy (MAH)]. *Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politekhnika»*, 610, 148–158. [in Ukrainian].

Kruhlyk, V.S. (2018) *Systema pidhotovky maibutnikh inzheneriv-prohramistiv do profesiinoi diialnosti u vyshchyykh navchalnykh zakladakh* [The system of training of future software engineers for the professional activity at higher educational institutions] (Extended abstract of doctoral thesis). Zaporizhzhia National University, Zaporizhzhia [in Ukrainian].

Kucheruk, O. Ya. (2014). Kompetentnisnyi pidkhid u pidhotovtsi maibutnikh inzheneriv-prohramistiv. [Competency approach in the training of future software engineers]. *Naukovyi ohliad*, 2 (3), 79–86. [in Ukrainian].

Kucheruk, O. Ya. (2016). Metodolohichni pidkhody formuvannia matematychnoi kompetentnosti maibutnikh inzheneriv-prohramistiv. [Methodological approaches formation of mathematical competence of future software engineers]. *Scientific Herald of Uzhhorod University. Series: Pedagogy. Social Work*, 2 (39), 122–125. [in Ukrainian].

Mitroshin, P.A. (2014). Ispolzovanie sovremennyih sistem elektronnoho obucheniya dlya kontrolya kachestva obrazovaniya. [Using modern e-learning systems to monitor the quality of education]. *Ustoychivoe razvitie: nauka i praktika*, 1(12), 101–117. [in Russian].

Saati, T. (1993). *Prinyatie resheniy. Metod analiza ierarhiy* [Making decisions. Method for analyzing hierarchies]. Moscow: Radio i svyaz. [in Russian].

Стаття надійшла до редакції 24.09.2018 р.  
Стаття прийнята до друку 28.09.2018 р.

**Кучерук Оксана**

кандидат педагогических наук, доцент  
кафедра инженерии программного обеспечения  
Хмельницкий национальный университет, г.Хмельницкий, Украина

### **ОЦЕНКА ВАЖНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ РАЗДЕЛОВ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ БУДУЩИХ ИНЖЕНЕРОВ-ПРОГРАММИСТОВ**

**Аннотация.** Требования к математической компетентности будущих инженеров-программистов все более увеличиваются. Изучение математических дисциплин должно обеспечить формирование у студентов теоретической базы и практических умений, которые позволят в будущем находить оптимальные решения профессиональных задач. Для планирования математической подготовки и процесса формирования математической компетентности, а также для дальнейшего анализа учебного процесса и оценки уровня сформированности математической компетентности, важно установить, какие разделы математических дисциплин являются наиболее важными для будущей профессиональной деятельности. Поэтому, цель статьи - определить важность математических разделов для процесса формирования математической компетентности будущих инженеров-программистов. Для достижения цели исследования был использован метод анализа иерархий для обработки мнений экспертов. Определено важность математических разделов, изучаемых согласно образовательной программы.

**Ключевые слова:** математическая компетентность; важность; метод анализа иерархий.

**Kucheruk Oksana**

Candidate of Pedagogical Sciences, Ph.D., Associate Professor  
Department of Software Engineering  
Khmelnyskyi National University, Khmelnytskyi, Ukraine

### **THE IMPORTANCE OF EVALUATION OF MATHEMATICAL SECTIONS FOR THE FORMATION OF MATHEMATIC COMPETENCE OF FUTURE SOFTWARE ENGINEERS**

**Abstract.** The introduction of the competent approach to the higher education system links with the problem of development of appropriate technologies of formation and assessment of students' competencies. Formation of competences in the process of studying in higher educational institutions depends on many factors. One of the main factors is the students' learning of disciplines. Level of mathematical training is required and is very important for future software engineers. Therefore, mathematical competence is an important component of professional competence for future software engineers. Studying of mathematical sections should ensure the formation of theoretical base and practical skills for students, allowing finding optimal solutions of professional problems in the future. Mathematical competence is formed in the process of studying of different mathematical sections. Therefore, it is important to establish the assessment of formation level of mathematical competence for planning of mathematical training and the process of forming of mathematical competence, and for future analysis of educational process. Sections of mathematical disciplines are the most important for future professional activities. The aim of the article is to determine the importance of mathematical sections for the process of formation of mathematical competence of future software engineers. Method of hierarchy analysis has been used for the processing of expert opinions. The value of mathematical sections has been studied in accordance with the curriculum. The obtained results can be used for solving of problems of educational process organisation. The research results are important for the planning of process of formation of mathematical competence of future software engineers and building of a model for assessing of the formed of mathematical competence.

**Key words:** mathematical competence; importance; method of hierarchy analysis.