

**Л. В. Туровська**ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3530-7518>

ResearcherID X-5069-2019

Scopus Author ID 56106162200

**М. І. Мойсеєнко**ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7579-5456>

ResearcherID ABG-3149-2020

Scopus Author ID 57216754502

**М. М. Кузишин**ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6995-8186>

ResearcherID AAF-9228-2021

Scopus Author ID 55634363300

*Івано-Франківський національний медичний університет***ЗАСТОСУВАННЯ ВЕБ-СЕРВІСУ WOLFRAM|ALPHA ПРИ  
ФОРМУВАННІ ПРОФЕСІЙНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ У МАЙБУТНІХ  
МАГІСТРІВ ФАРМАЦІЇ****L. V. Turovska, M. I. Moiseienko, M. M. Kuzyshyn***Ivano-Frankivsk National Medical University***APPLICATION OF THE WOLFRAM|ALPHA WEB SERVICE FOR  
THE FORMATION OF PROFESSIONAL COMPETENCE IN FUTURE  
MASTERS OF PHARMACY**

**Анотація.** Практичне використання веб-сервісу Wolfram|Alpha в навчальному процесі з підготовки майбутніх магістрів фармації розглядається на прикладах розв'язання завдань із нормативної навчальної дисципліни «Вища математика та статистика», зокрема при вивченні змістових модулів «Ймовірність випадкових подій», «Аналіз випадкових величин», а також «Дисперсійний, кореляційний і регресійний аналізи». На конкретних прикладах у статті демонструються результати виконання запитів до Wolfram|Alpha, показана ефективність даного веб-сервісу при розв'язанні практично-орієнтованих завдань із даних змістових модулів на практичних заняттях та в процесі індивідуальної самостійної роботи студентів із підготовки до підсумкового модульного контролю. Автори статті вказують на перспективи використання цього веб-сервісу в цілому у навчальному процесі з підготовки фахівців за спеціальністю «Фармація, промислова фармація».

Особливу увагу в статті приділено формуванню вмінь та навичок використання комп'ютерного середовища для створення та вивчення математичних моделей різноманітних явищ та процесів, а також демонстрації практичного застосування математичних методів для їх дослідження. Визначено та обговорено переваги та недоліки використання веб-сервісу Wolfram|Alpha у формуванні предметної математичної компетентності майбутніх фармацевтів. Зокрема, зазначається, що, незважаючи на зручність та доступність, користувачі повинні бути ознайомлені з можливими труднощами та особливостями роботи з цим сервісом.

**Ключові слова:** Wolfram|Alpha; професійна компетентність; навчальний процес; комп'ютерні технології у фармації; предметна математична компетентність.

**Abstract.** This article explores the use of the Wolfram|Alpha web service to form professional competence in the future Master of Pharmacy. It delves into the capabilities of this resource in addressing tasks from Higher Mathematics and Statistics course, focusing particularly on modules such as "Probability of Random Events", "Analysis of Random Variables", and "Dispersion, Correlation, and Regression Analyses". Utilizing specific examples, the article showcases the outcomes of queries made to Wolfram|Alpha that assist in tackling practical exercises from these modules, autonomous work, and the preparation for final controls and module papers. The authors outline the potential of this web service in enriching the educational journey of students in the "Pharmacy, Industrial Pharmacy" course in medical universities.

The article underscores the role of contemporary technologies in fostering skills for computer environment interactions, the generation, and exploration of mathematical models for various phenomena and processes, as well as the exhibition of applied mathematical methods and their investigations. The benefits and challenges of employing the Wolfram|Alpha web service in shaping the mathematical competence of future pharmacists are highlighted and deliberated. The article points out that while the service is user-friendly and accessible, users should remain cognizant of potential difficulties and unique aspects associated with its utilization.

**Key words:** Wolfram|Alpha; professional competence; educational process; computer technologies in pharmacy; subject-specific mathematical competence.

**Вступ.** Упродовж останніх років структура охорони здоров'я в Україні переживає значні трансформації, що безпосередньо впливає на процес підготовки майбутніх фармацевтів [6, 16]. Нові виклики фармацевтичного ринку вимагають підготовки високоосвічених спеціалістів. Сучасний ринок фармації в Україні вимагає від своїх професіоналів не тільки високої кваліфікації, але й різноманітних соціальних, інструментальних та наукових компетенцій, які мають бути гармонійно вбудовані в їхню професійну діяльність [8, 17]. Магістри фармації мають бути адекватно підготовлені до самостійного виконання своїх професійних обов'язків та мати здатність творчо використовувати свої навички та знання [5].

Вступ України в європейський освітній простір посилює потребу в практичній адаптації навчального процесу [9], що передбачає застосування передових методів і форм навчання, зміну педагогічної практики та організацію навчального процесу. Завдяки інтеграції новітніх інформаційних технологій розробляються інноваційні моделі освіти, які сприяють оптимізації процесу навчання. Важливо, щоб оновлення системи освіти відбувалося паралельно з реформуванням охорони здоров'я в Україні [15].

У межах глобальної інформатизації суспільства інформаційно-комунікативні технології та сервіси стають невід'ємною частиною життя, у тому числі й освітнього процесу [14]. Відповідно, для успішного формування професійної компетентності майбутніх фармацевтів необхідна ґрунтовна математична підготовка, що допоможе прогнозувати результати діяльності, розробляти стратегії та методи вирішення професійних завдань і навчить використовувати методи математичного моделювання для розв'язання прикладних задач [10]. Однак у контексті скорочення часу, призначеного для вивчення вищої математики, комп'ютерної грамотності та статистики в університетах, виникає гостра проблема навчити студентів використовувати математичні інструменти для розв'язання задач біологічного, хімічного та фармацевтичного характеру. Таким чином, набувають нагальної важливості навички статистичної обробки даних, перевірки гіпотез та пошуку інформації, які стають більш значущими в порівнянні з формальним освоєнням навчального матеріалу [7]. У межах нематематичних спеціальностей курс «Вища математика

та статистика» не лише закладає фундаментальні основи наукового розуміння світу, але і виступає як практичний інструмент для вирішення професійних завдань. Зважаючи на це, важливу роль в освітньому процесі відіграють стратегії оптимізації, зокрема адаптація змісту дисципліни до професійних потреб студентів, структуризація програми дисципліни, наявність грамотного навчально-методичного супроводу, що враховує рівень підготовленості й індивідуальні особливості студентів, вдосконалення системи контролю знань та оцінювання компетентності студентів, цілеспрямована організація самостійної та індивідуальної роботи при вивченні предметів і раціональне використання навчального часу. При цьому особливого значення набуває ефективне застосування технічних засобів навчання та інформаційних технологій.

**Мета статті** – інтеграція сучасних технологій у процес навчання майбутніх магістрів фармації через застосування веб-сервісу Wolfram|Alpha для вивчення модуля з вищої математики «Основи статистичних досліджень у фармації та медицині».

Педагогічна проблема, яку ця робота намагається вирішити, полягає в адаптації традиційних методів навчання до вимог сучасного цифрового середовища. А це передбачає вдосконалення підходів до навчання, які допоможуть студентам розвинути важливі навички та компетенції для ефективного використання цифрових інструментів та технологій у своїй професійній діяльності.

**Теоретична частина.** На кафедрі медичної інформатики, медичної та біологічної фізики Івано-Франківського національного медичного університету розроблено серію практичних занять у межах курсу «Вища математика та статистика». Вони спрямовані на ознайомлення студентів із методами теорії імовірностей і математичної статистики, а також наводять приклади застосування інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій у професійному контексті.

Курс «Вища математика та статистика» є частиною обов'язкових дисциплін для майбутніх магістрів фармації і відіграє важливу роль у теоретичній підготовці висококваліфікованих спеціалістів у фармацевтичній галузі. Цей курс надає студентам основні знання про способи збору і статистичної обробки медичної та фармацевтичної інформації, методи її аналізу, а також навички прогнозування

за допомогою регресійного методу. Зміст курсу «Вища математика та статистика» містить такі розділи, як:

- диференціальне числення;
- інтегральне числення;
- диференціальні рівняння;
- ймовірності випадкових подій;
- аналіз випадкових величин;
- аналіз варіаційних рядів;
- статистична перевірка гіпотез;
- дисперсійний, кореляційний і регресійний аналізи.

Головна мета курсу «Вища математика та статистика»: поглиблення і вдосконалення знань, вмійн і практичних навичок студентів-фармацевтів для оцінювання біофізичних та медико-фармацевтичних процесів через математичний і статистичний аналіз. При цьому закладаються методичні основи для вивчення таких дисциплін, як «Біологічна фізика з фізичними методами аналізу», «Фізична та колоїдна хімія», «Аналітична хімія», «Біологічна хімія», «Фармацевтична хімія», «Інформаційні технології у фармації», «Комп'ютерне моделювання у фармації», «Технологія виготовлення лікарських засобів», «Організація та економіка фармації», та інших.

Найбільшою проблемою при роботі над курсом був вибір системи комп'ютерної математики (СКМ) [2] та її інтеграція в навчальний процес [3]. В університетах світу впроваджуються як комерційні (Maple, MatLab, Mathcad, Mathematica, Derive, Statistica тощо), так і вільно поширювані програми (Reduce, SageMath, Scilab, Maxima тощо) [4].

Ми вважаємо доцільним використовувати на заняттях програмне середовище Mathcad. Це відомий програмний продукт, який використовується для розв'язування математичних задач та моделювання в інженерії. Основними перевагами даного продукту є низькі вимоги щодо продуктивності персонального комп'ютера та інтуїтивний інтерфейс, який не вимагає від користувача знань і навичок програмування [1]. Але його застосування вимагає наявності комп'ютерного класу, що створює додаткові перепони. Спершу з даною проблемою зіштовхнулися під час карантину COVID-19, а вдруге – російсько-української війни. Здобувачі освіти дистанційної форми навчання не завжди мають доступ до персонального комп'ютера чи до якісного швидкісного Інтернету, а посилення правил кібербезпеки створює додатковий бар'єр для віддаленого доступу до ліцензійного програмного забезпечення.

В освітньому контексті сучасний студент повинен мати змогу навчатися будь-де і будь-коли. Тому важливо розробляти освітні інструменти, які допоможуть йому успішно освоїти навчальний матеріал, ефективно адаптуватися до асинхронного формату взаємодії, а при необхідності використовувати мобільні пристрої з доступом до Інтернету [12]. Враховуючи вищесказане, а також економічність, кросплатформність, відкритість, зручність та тенденцію до використання хмарно орієнтованих технологій, на нашу думку, перспективним педагогічним засобом може виступити веб-сервіс Wolfram|Alpha.

Як відомо, у травні 2009 р. з'явився новаторський ресурс для математичного пошуку веб-сервісу Wolfram|Alpha. Засновником цього проекту став Стівен Вольфрам, який створив основу знань і набір обчислювальних алгоритмів на основі системи комп'ютерної математики Mathematica (англ. computational knowledge engine).

Wolfram|Alpha інтегрує і надає доступ до великої кількості високоякісних джерел даних, що має великі перспективи для надання он-лайн підтримки у навчанні математичних дисциплін. Його робота базується на пакеті символічних обчислень Mathematica, а також на розширеному наборі алгоритмів і великій базі знань. Wolfram|Alpha використовує власні методики обчислень для відповіді на запити та візуалізацію даних. Він обробляє інформацію, використовуючи як структуровані, так і неструктуровані дані з широкого діапазону джерел. Однією з великих переваг Wolfram|Alpha є його високі графічні можливості для візуалізації математичних концепцій та методів.

Серед педагогічних переваг застосування Wolfram|Alpha варто зазначити ефективність при усвідомленні процесу вирішення проблем, відтворюваність і детальний опис кроків вирішення складних математичних проблем, пояснення досягнутого результату. Це, у свою чергу, буде корисним, особливо при вивченні нових тем або складних концепцій. Інший приклад – це забезпечення процесу навчання через дослідження: Wolfram|Alpha може надавати відповіді на запитання, які студенти могли б поставити під час вивчення нового матеріалу, що дозволяє їм проводити самостійні дослідження та збагачувати своє розуміння. Також Wolfram|Alpha має можливість перетворювати реальні ситуації в математичні моделі та використовувати їх для вирішення реальних проблем [13]. Це може допомогти студентам бачити, як те, що вони вивчають,

застосовується в реальному світі. Використання Wolfram|Alpha сприяє самостійному навчанню, дає студентам можливість вивчати матеріал у своєму власному темпі та згідно з інтересами, стає корисним інструментом для дистанційного навчання, оскільки дозволяє студентам та викладачам використовувати його як допоміжний ресурс, незалежно від їхньої географічної локації [11] [<https://www.wolfram.com/education/>].

Процес роботи Wolfram|Alpha можна описати за допомогою кількох послідовних кроків. На початковому етапі відбувається розпізнавання запиту користувача. Завдяки розширеній системі обробки природної мови Wolfram|Alpha перетворює введені дані у формат, який він може розуміти, перекладаючи запити в математичні, наукові та інші концепції. Після цього настає крок обчислень. Веб-ресурс застосовує свій широкий набір алгоритмів і математичних моделей, щоб згенерувати відповіді на запити. Ці алгоритми та моделі охоплюють широкий діапазон дисциплін: арифметику, фізику, хімію і економіку. Коли обчислення завершені, система подає відповіді в зрозумілому для користувача форматі. Результатом може бути текст, діаграма, графік або будь-яка інша форма візуалізації, що найкраще відповідає конкретному типу відповіді. Останній етап у процесі роботи Wolfram|Alpha – це його динамічне оновлення. Система постійно актуалізує свою базу даних й алгоритми, що дозволяє їй вдосконалювати відповіді та розширювати спектр запитів, на які вона може реагувати.

Використання Wolfram|Alpha відкриває педагогічні можливості, починаючи від інтуїтивного формулювання запитів природною мовою, що спрощує взаємодію користувачів із сервісом. Сервіс надає обширні та деталізовані відповіді, допомагаючи користувачам краще зрозуміти інформацію за запитом. Крім того, Wolfram|Alpha може генерувати графіки функцій, підсилюючи візуальне сприйняття та розуміння математичних моделей. Щодо статистичних обчислень, сервіс ефективно обробляє та аналізує статистичні дані, що дозволяє виконувати розрахунки, перевіряти гіпотези, кореляції, регресії та багато іншого. Додатково студенти можуть використовувати ресурс як засіб для перевірки відповідей та отримання підказок при вирішенні складних завдань. Сервіс надає деталізовані визначення та пояснення математичних термінів і концепцій, сприяючи поглибленому засвоєнню матеріалу студентами. На завершення, Wolfram|Alpha виступає як обширний математичний довідник, пропонує

чи велику базу даних із математичних визначень, теорем, формул та іншого для швидкого доступу та перегляду.

Знання статистики є критично важливим для студентів-фармацевтів із багатьох причин. Перша з них полягає у необхідності аналізувати дані. Фармацевтичні дослідження, зокрема клінічні випробування, вимагають вміння обробляти великі об'єми даних і робити на їх основі висновки, де статистика є незамінною. Також статистика допомагає краще осмислити варіативність та невизначеність, які завжди наявні в клінічних випробуваннях і під час лікування пацієнтів. Крім того, ключовим елементом в оцінці ефективності нових лікарських засобів є статистичний аналіз. Для оцінки ефективності засобів використовуються методи, які базуються на статистиці, зокрема порівняння груп, аналіз рандомізованих контрольованих досліджень та інші. Статистика також є необхідною для розуміння епідеміологічних даних. Епідеміологія, яка займається вивченням розповсюдження та контролю захворювань, служить основою для виявлення проблем здоров'я та впровадження нових методів лікування. Останнім, але не менш важливим аспектом є підтримка стандартів у наукових дослідженнях. Розуміння статистики дозволяє забезпечити етичність досліджень. Наприклад, знання про статистичну потужність допоможе уникнути зайвого людського ресурсу як суб'єкта досліджень. Незважаючи на те, що статистика може здатися віддаленою від основної фармацевтичної освіти та практики, вона є невід'ємною її частиною.

Розглянемо наступні приклади, які ілюструють застосування Wolfram|Alpha для розв'язання завдань із курсу «Вища математика та статистика».

**Приклад 1.** Першу групу крові має 37 % європейців. Яка ймовірність того, що з 10 донорів 4 мають першу групу крові?

**Розв'язання.** Дане завдання є прикладом задачі на біноміальний закон розподіл. Біноміальний розподіл – це найпростіший приклад розподілу з огляду структури та обчислення. Закон справджується для схеми незалежних повторних випробувань, у кожному з яких подія  $A$  настає з імовірністю  $p$  ( $0 < p < 1$ ). Подія  $A$  – донор має першу групу крові, а випадкова величина  $x$  – число реалізацій події  $A$ . Відомо, що ймовірність цієї події дорівнює 0,37 (або 37 %). Потрібно знайти ймовірність того, що 4 донори з 10 мають першу групу крові.

Ймовірність у цьому законі визначається за формулою Бернуллі:

$$P_n(x) = C_n^x p^x q^{n-x},$$

де  $n = 10$  – кількість випробувань,  $x = 4$  – число реалізацій події  $A$ .

Для розв'язку завдання у Wolfram|Alpha необхідно використати наступну команду:

PDF[BinomialDistribution[10, 0.37], 4],

або сформувавши запит згідно з рисунком 1.

**Приклад 2.** Фармацевтичний завод відправив на аптечний склад 10 000 ампул вітаміну С. Ймовірність того, що при транспортуванні ампула буде пошкоджена, дорівнює 0,001. Знайти ймовірність того, що на складі при перевірці вантажу буде виявлено 4 пошкоджених ампули.

**Розв'язання.** Нехай подія  $A$  – виявлена пошкоджена ампула, тоді ймовірність події  $A$ :  $p =$

$= 0,001$ . Кількість випробувань  $n = 10\ 000$ . Враховуючи, що значення  $n$  дуже велике, обчислення факторіалів будуть складними. В такому випадку, коли  $p$  мала і  $n$  велике, можна використати наближення для біноміального розподілу – розподіл Пуассона:

$$P_n(x) = \frac{\mu^x}{x!} e^{-\mu},$$

де  $\mu = n \cdot p = 10\ 000 \cdot 0,001 = 10$ .

Для розв'язку завдання у Wolfram|Alpha необхідно використати наступну команду:

PDF[PoissonDistribution[10], 4]

або сформувавши запит згідно з рисунком 2.

**Приклад 3.** Досліджували взаємозалежність між амплітудою пікового біоелектричного потенціалу

binomial distribution n=10, p=0.37, x=4

NATURAL LANGUAGE MATH INPUT

EXTENDED KEYBOARD EXAMPLES UPLOAD RANDOM

Input

PDF[ binomial distribution, 4]

number of trials	n = 10
probability of success	p = 0.37

Result

0.246076

Download Page POWERED BY THE WOLFRAM LANGUAGE

Рис. 1. Ілюстрація розв'язання прикладу 1.

poisson distribution  $\mu=10$ , x=4

NATURAL LANGUAGE MATH INPUT

EXTENDED KEYBOARD EXAMPLES UPLOAD RANDOM

Input

PDF[ Poisson distribution, mean,  $\mu = 10$ , 4]

Result

$\frac{1250}{3 e^{10}} \approx 0.0189166$

More digits POWERED BY THE WOLFRAM LANGUAGE

Рис. 2. Ілюстрація розв'язання прикладу 2.



та вмістом заліза у м'язі. Результати аналізів наведено в таблиці:

Амплітуда пікового потенціалу Y	73	77	87	75	97	63	82	82	80	79	90	75
Вміст заліза у м'язі X	30	32	37	34	40	26	30	34	33	34	38	28

Знайти рівняння прямої найменших квадратів.

**Розв'язання.** Рівняння прямої найменших квадратів – це спосіб відображення кореляції між двома змінними. Для того щоб знайти це рівняння, потрібно використати формулу для прямої лінії  $y = ax + b$ , де  $a$  і  $b$  – параметри рівняння.

Для розв'язку завдання у Wolfram|Alpha необхідно використати наступну команду:

LinearFit[{30, 73}, {32, 77}, {37, 87}, {34, 75}, {40, 97}, {26, 63}, {30, 82}, {34, 82}, {33, 80}, {34, 79}, {38, 90}, {28, 75}]

або сформувавши запит згідно з рисунком 3.

**Приклад 4.** Швидкість осідання еритроцитів (ШОЕ, мм/год) в 10 аналізах крові складала: 5; 7;

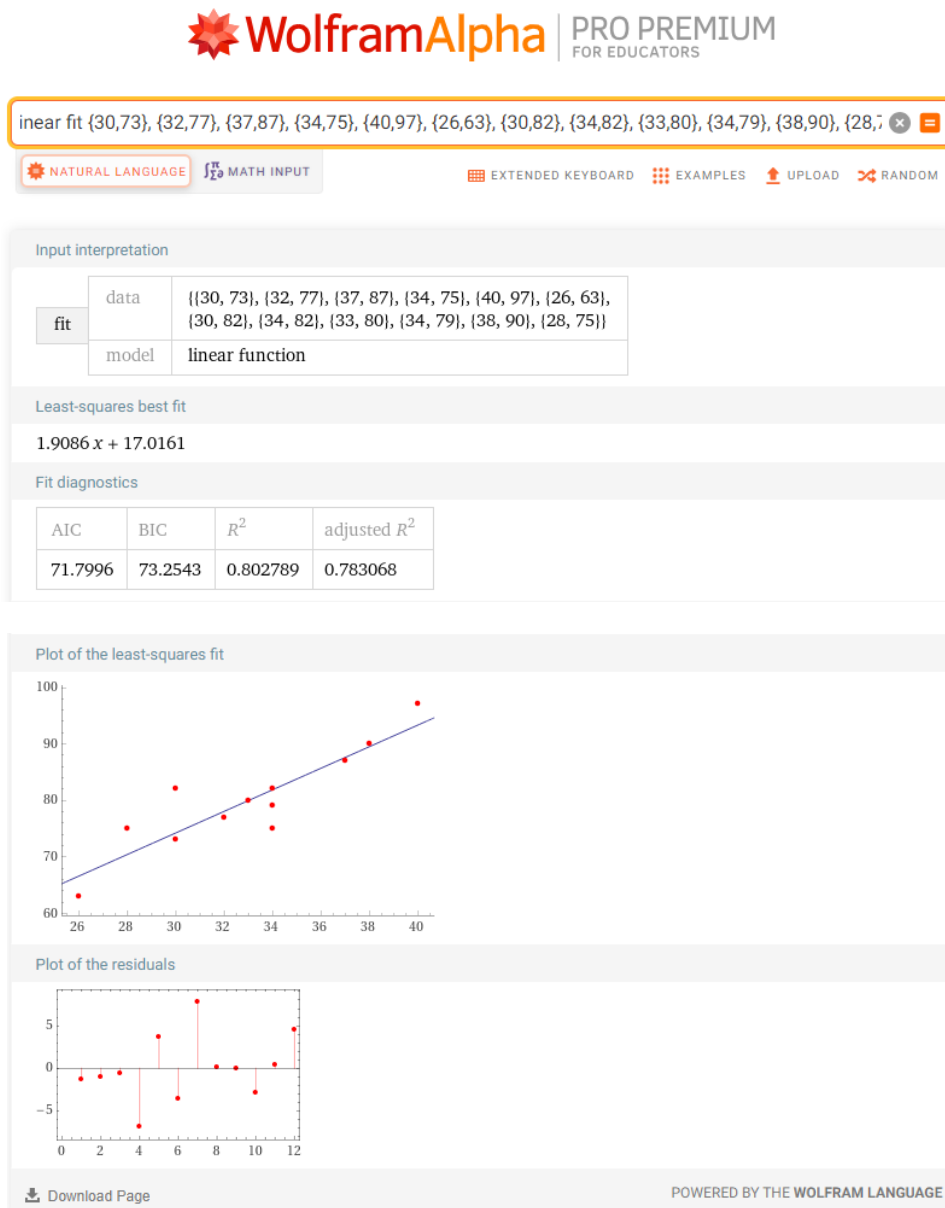


Рис. 3. Ілюстрація розв'язання прикладу 3.

4; 9; 6; 11; 7; 8; 6; 7. Вважаючи ШОЕ нормально розподіленою випадковою величиною, визначити надійний інтервал для математичного сподівання з ймовірністю  $P = 0,95$ .

**Розв'язання.** Надійним називають інтервал, що покриває невідомий параметр із заданою надійною ймовірністю.

Надійний інтервал для математичного сподівання  $\mu$  випадкової величини  $X$ :

$$\bar{x} - ts_{\bar{x}} \leq \mu \leq \bar{x} + ts_{\bar{x}},$$

де  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$  – середнє арифметичне значення величини  $X$ , визначене за даними вибірки з об'ємом  $n$ ;

$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}}$  – стандартна похибка величини  $\bar{x}$ ;

$t = t(p; v)$  – коефіцієнт Стюдента, який залежить від надійної ймовірності  $P$  і числа ступенів вільності  $v = n - 1$ .

Розв'язок завдання необхідно виконати згідно з рисунком 4.

При застосуванні обчислювальної системи Wolfram|Alpha необхідно спочатку освоїти навички роботи з нею та її довідковою службою для пошуку команд виконання спеціальних дій і, звісно, володіти англійською мовою. Система може надавати кілька варіантів виконання для одного й того ж завдання, тому студент повинен вміти вибрати найефективніший із них. Жодна СКМ не захищена від локальних помилок. У зв'язку з цим, важливо навчитися правильно вводити дані в Wolfram|Alpha для пошуку рішення і контролювати процес виконання перетворень на кожному його кроці. Варто зазначити, що ефективне використання цього ресурсу можливе лише при наявності глибоких знань основ математики.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Штучний інтелект і машинне навчання можуть використовуватись як асистенти викладачів та студентів у вирішенні складних задач, побудові теоретичних концепцій та формуванні практичних навичок. Таким чином, веб-сервіс Wolfram|Alpha відкриває нові можливості для оптимізації навчального процесу. Він дозволяє не лише перевіряти правильність результатів, отриманих вручну

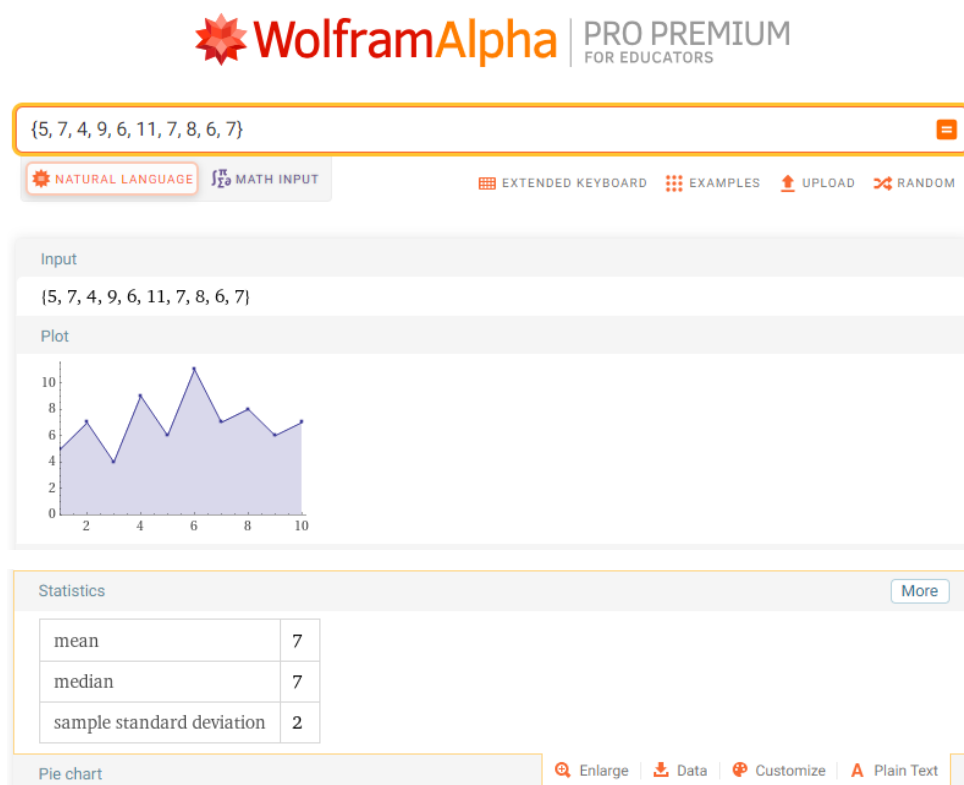


Рис. 4. Ілюстрація розв'язання прикладу 4.

confidence interval for population mean

NATURAL LANGUAGE MATH INPUT

EXTENDED KEYBOARD EXAMPLES UPLOAD RANDOM

Computational Inputs:

» confidence level: 95 %

» sample size: 10

» standard deviation: 2

» sample mean: 7

Compute

Input information

Z-interval for a population mean	
confidence level	95%
sample size	10
standard deviation	2
sample mean	7

95% confidence interval [Exact form](#) [More digits](#)

5.76 to 8.24

Рис. 4. Ілюстрація розв'язання прикладу 4 (продовження).

аналітичними способами, але й скорочує час, що затрачається на виконання складних математичних перетворень. Супровід завдань графічними зображеннями підсилює наочність і зрозумілість освітнього матеріалу.

Переваги Wolfram|Alpha – це безкоштовність, кросплатформність, швидка перевірка відповідей і невибагливість до синтаксису, завдяки використанню штучного інтелекту для аналізу запитів користувачів. Водночас сервіс має певні недоліки: відсутність редактора формул та необхідність знань певних команд.

З урахуванням цих переваг та недоліків Wolfram|Alpha – цінний інструмент для вивчення вищої математики і статистики студентами нематематичних спеціальностей, оскільки він забезпечує

оптимізацію процесу навчання, підвищує рівень зацікавленості студентів і сприяє більш ефективному засвоєнню навчальної інформації.

Автори статті планують продовжити дослідження впливу штучного інтелекту на процеси навчання, щоб краще зрозуміти його вплив та напрями використання з метою значного підвищення ефективності освітнього процесу. Одне з головних завдань полягає у пошуці найкращих практик використання штучного інтелекту в різних освітніх компонентах, охоплюючи класичне навчання в аудиторії і групах та дистанційне навчання. На першому етапі основні зусилля будуть зосереджені на розробці навчально-методичного забезпечення для курсу «Вища математика та статистика» для студентів фармацевтичного факультету.



## Список літератури

1. Бас С. Wolfram|Alpha: можливості застосування у навчанні вищої математики студентів економічних спеціальностей / С. Бас // Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка. Серія «Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти». – 2013. – Т. 4, ч. 2. – С. 8–11.
2. Белоус І. Використання персоніфікованого хмаро орієнтованого освітнього середовища у навчанні фахових медичних дисциплін / І. В. Белоус, О. М. Науменко, Н. В. Стучинська // Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова. Серія 5 «Педагогічні науки: реалії та перспективи». – 2022. – Т. 85. – С. 18–25.
3. Болух В. А. Інтегративний потенціал освітніх компонентів «Вища математика і статистика», «Органічна хімія», «Технологія ліків» при підготовці фахівців-фармацевтів / В. А. Болух, Л. О. Зубрицька, Т. Р. Зубрицька // Актуальні питання природничо-математичної освіти. – 2021. – Т. 2, ч. 18. – С. 5–12.
4. Вдовичин Т. Використання web-сервісу Wolfram/Alpha для розв'язування диференціальних рівнянь / Т. Вдовичин, В. Жидик, Т. Кобильник // Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Педагогіка. Соціальна робота». – 2014. – Т. 33. – С. 29–32.
5. Використання сучасних інформаційно-комунікаційних технологій у галузі медичної освіти України / Д. Вакуленко, Н. Кравець, А. Добровольська, Н. Климух // Медична освіта. – 2019. – Т. 3. – С. 58–61.
6. Гавриченко Д. Г. Трансформації системи охорони здоров'я в умовах децентралізації України / Д. Г. Гавриченко // Інвестиції: практика та досвід. – 2022. – Т. 3. – С. 72–76.
7. Добір цифрових інструментів для організації групової роботи студентів під час дистанційного навчання / О. Глазунова, А. Гуржій, В. Корольчук, Т. Волошина // Інформаційні технології і засоби навчання. – 2023. – Т. 94, ч. 2. – С. 87–101.
8. Добровольська А. Дослідження креативно-діяльнісного компонента готовності майбутніх провізорів до застосування цифрових технологій у професійній діяльності / А. Добровольська // Innovative Solutions in Modern Science. – 2021. – Т. 46, ч. 2. – С. 176–195.
9. Добровольська А. М. Теоретичні і методичні засади підготовки майбутніх фахівців системи охорони здоров'я до застосування цифрових технологій у професійній діяльності : дис. ... доктора пед. наук : 13.00.04 / Добровольська Анна Михайлівна. – Івано-Франківськ, 2005. – 817 с. – Режим доступу : [https://svr.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/5/2021/12/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F\\_%D0%94%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0-1.pdf](https://svr.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/5/2021/12/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%94%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0-1.pdf).
10. Застосування Comsol Multiphysics для математичного моделювання вивчення процесу розпаду ДНК у плазмі / Д. В. Вакуленко, О. М. Кучвара, А. В. Семенець, І. Є. Андрущак // Медична освіта. – 2019. – Т. 3. – С. 62–65.
11. Корильчук Н. І. Вища медична освіта України у 2023 році: відповіді на виклики сучасності / Н. І. Корильчук, О. Ю. Руда, І. О. Боровик // Академічні візії. – 2023. – Т. 17.
12. Кравченко І. В. Інформаційні технології: Системи комп'ютерної математики : навч. посіб. для студ. спеціальності «Автоматизація та комп'ютерноінтегровані технології» / І. В. Кравченко, В. І. Микитенко. – К. : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 243 с.
13. Миронюк Л. Wolfram|Alpha як засіб оптимізації процесу навчання курсу «Вища математика» / Л. Миронюк, Л. Ройко // Computer-integrated technologies: education, science, production. – 2020. – Т. 40. – С. 58–64.
14. Стучинська Н. Природничі дисципліни в контексті особливостей розвитку національної фармацевтичної освіти на сучасному етапі / Н. Стучинська, Л. Філіппова // Збірник наукових праць Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна. – 2020. – Т. 26. – С. 145–150.
15. Тенденції професійної підготовки фахівців в Україні / І. М. Пельо, Т. Д. Рева, І. В. Ніженковська [та ін.] // Медичні перспективи. – 2022. – Т. 25, ч. 3. – С. 4–8.
16. Ткаченко Н. О. Проблемні аспекти сучасної професійної підготовки магістрів фармації / Н. О. Ткаченко, Б. П. Громовик // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. – 2022. – Т. 15, ч. 2. – С. 192–200.
17. Усагова І. Міждисциплінарний підхід у фаховій підготовці майбутніх фармацевтів / І. Усагова, В. Ткаченко, А. Ведмедюк // Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія «Педагогічні науки». – 2023. – Т. 1. – С. 91–97.
18. Timothy Newlin (2021). How We Navigated a Hybrid Remote Learning Environment Using Wolfram Technology. – Access mode : <https://blog.wolfram.com/2021/01/14/how-we-navigated-a-hybrid-remote-learning-environment-using-wolfram-technology/>.
19. Wolfram for Education. – Access mode : <https://www.wolfram.com/education/>.

## References

- Bas, S. (2013). Wolfram|Alpha: mozhyvosti zastosuvannya u navchanni vyshchoi matematyky studentiv ekonomichnykh spetsialnostei [Wolfram|Alpha: possibilities of application in the teaching of higher mathematics for students of economic specialties]. *Naukovi zapysky Kirovohradskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Vynnychenka. Seriiia «Problemy metodyky fizyko-matematychnoi i tekhnolohichnoi osvity» – Scientific notes of Kirovohrad State Pedagogical University named after Volodymyr Vinnichenko. Series “Problems of the methodology of physical, mathematical and technological education”, 4(2), 8-11. Retrieved from: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz\\_pmf\\_m\\_2013\\_4%282%29\\_4](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nz_pmf_m_2013_4%282%29_4) [in Ukrainian].*
- Belous, I.V., Naumenko, O.M., & Stuchynska, N.V. (2022). Vykorystannia personifikovanoho khmaro oriantovanoho osvitnoho seredovyscha u navchanni fakhovykh medychnykh dystsyplin [Use of personified cloud-oriented environment in teaching professional medical disciplines]. *Naukovyi chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova. Seriiia 5 «Pedahohichni nauky: realii ta perspektyvy» – Scientific journal of M.P. Dragomanov National Pedagogical University. Series 5 “Pedagogical Sciences: Realities and Perspectives”, 85, 18-25. DOI 10.31392/npu-nc.series5.2022.85.04 [in Ukrainian].*
- Bolukh, V.A., Zubrytska, L.O., & Zubrytska, T.R. (2021). Intehratyvnyi potentsial osvityvnykh komponentiv «Vyshcha matematyka i statystyka», «Orhanichna khimiiia», «Tekhnolohiia likiv» pry pidhotovtsi fakhivtsiv-farmatsevtiv [Integrative potential of educational components “Higher mathematics and statistics”, “Organic chemistry”, “Technology of drugs” in the training of pharmacists]. *Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity – Current issues of science and mathematics education, 2(18), 5-12. Retrieved from: <https://eprints.pharm.zt.ua/id/eprint/62> [in Ukrainian].*
- Vdovychyn, T.Ya., Zhydyk, V.B., & Kobyl'nyk, T.P. (2014). Vykorystannia web-servisu Wolfram|Alpha dlia rozviazuvannya dyferentsialnykh rivnians [Using the Wolfram|Alpha web service for solving differential equations]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriiia «Pedahohika. Sotsialna robota» – Scientific Bulletin of Uzhhorod University. Series “Pedagogy. Social Work”, 33, 29-32. Retrieved from: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/11465> [in Ukrainian].*
- Vakulenko, D.V., Kravets, N.O., Dobrovolska, A.M., & Klymuk, N.Y. (2019). Vykorystannia suchasnykh informatsiino-komunikatsiinykh tekhnolohii u haluzi medychnoi osvity Ukrainy [Use of modern information and communication technologies in the medical education industry of Ukraine]. *Medychna osvita – Medical Education, 3, 58-61. DOI 10.11603/me.2414-5998.2019.3.10649 [in Ukrainian].*
- Havrychenko, D. (2022). Transformatsii systemy okhorony zdorovia v umovakh detsentralizatsii Ukrainy [Transformations of the healthcare system in the conditions of decentralization of Ukraine]. *Investytsiia: praktyka ta dosvid – Investments: practice and experience, 3, 72-76. DOI 10.32702/2306-6814.2022.3.72 [in Ukrainian].*
- Glazunova, O.G., Hurzhii, A.M., Korolchuk, V.I., & Voloshyna, T.V. (2023). Dobir tsyfrovyykh instrumentiv dlia orhanizatsii hrupovoi roboty studentiv pid chas dystantsiinoho navchannia [Selection of digital tools for organizing students' group work in distance education]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia – Information Technologies and Learning Tools, 94(2), 87-101. DOI 10.33407/itlt.v94i2.5211 [in Ukrainian].*
- Dobrovolska, A. (2021). Doslidzhennia kreatyvno-diialnisnoho komponenta hotovnosti maibutnykh provizoriv do zastosuvannya tsyfrovyykh tekhnolohii u profesiinii diialnosti [Research of creative-activity component readiness of future pharmacists for use digital technologies in professional activities]. *Innovative Solutions in Modern Science, 46(2), 176-195. DOI 10.26886/2414-634x.2(46)2021.14 [in Ukrainian].*
- Dobrovolska, A. (2021). Teoretychni i metodychni zasady pidhotovky maibutnykh fakhivtsiv systemy okhorony zdorovia do zastosuvannya tsyfrovyykh tekhnolohii u profesiinii diialnosti [Theoretical and methodical principles of training future specialists of the health care system for the use of digital technologies in professional activities]. *Doctor's thesis. Retrieved from: [https://svr.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/5/2021/12/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F\\_%D0%94%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0-1.pdf](https://svr.pnu.edu.ua/wp-content/uploads/sites/5/2021/12/%D0%94%D0%B8%D1%81%D0%B5%D1%80%D1%82%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%8F_%D0%94%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0-1.pdf) [in Ukrainian].*
- Vakulenko, D.V., Kuchvara, O.M., Semenets, A.V., & Andrushchak, I.Ye. (2019). Zastosuvannia Comsol Multiphysics dlia matematychnoho modeliuвання vyvchennia protsesu rozpadu dna u plazmi [Application of Comsol Multiphysics for mathematical modeling of the study of the process of dna breakdown in plasma]. *Medychna osvita – Medical Education, 3, 62-65. DOI 10.11603/me.2414-5998.2019.3.10539 [in Ukrainian].*
- Korylchuk, N.I., Ruda, O.Yu., & Borovyk, I.O. (2023). Vyshcha medychna osvita Ukrainy u 2023 rotsi: vidpovidi na vykyky suchasnosti [Higher medical education of Ukraine in 2023: responses to modern challenges]. *Akademichni vizii – Academic Visions, 17, Retrieved from: <https://academy-vision.org/index.php/av/article/view/195> [in Ukrainian].*
- Kravchenko, I.V., & Mykytenko, V.I. (2018). Informatsiini tekhnolohii: Systemy kompiuternoї matematyky [Information technologies: Systems of computer mathematics]. Kyiv: KPI im. Ihoria Sikorskoho [in Ukrainian].
- Myroniuk, L., & Royko, L. (2020). Wolfram|Alpha yak zasib optymizatsii protsesu navchannia kursu «Vyshcha matematyka» [Wolfram|Alpha as a way of the optimization the learning process of the course “Higher Mathematics”].

*Kompiuterno-intehrovani tekhnologii: osvita, nauka, vyrobnytstvo – Computer-Integrated technologies: education, science, production*, 40, 58-64. DOI 10.36910/6775-2524-0560-2020-40-09 [in Ukrainian].

14. Stuchynska, N., & Filipova, L. (2020). Pryrodnychi dystsypliny v konteksti osoblyvosti rozvytku natsionalnoi farmatsevychnoi osvity na suchasnomu etapi [Natural sciences in the context of the peculiarities of the development of national pharmaceutical education at the current stage]. *Zbirnyk naukovykh prats kamianets-podilskoho natsionalnoho universytetu imeni Ivana Ohienka. Seriiia pedahohichna – Collection of scientific papers Kamianets-Podilskyi National Ivan Ohienko University. Pedagogical Series*. (pp. 145-150). DOI 10.32626/2307-4507.2020-26.145-150 [in Ukrainian].

15. Pelo, I.M., Reva, T.D., Nizenkovska, I.V., Kozak, N.D., & Konovalova, L.V. (2020). Tendentsii profesiinoi pidhotovky fakhivtsiv farmatsii v Ukraini [Trends in the professional training of pharmacy specialists in Ukraine]. *Medicni perspektivi – Medical perspectives*, 25(3), 4-8. DOI 10.26641/2307-0404.2020.3.214543 [in Ukrainian].

16. Tkachenko, N., & Hromovyk, B. (2022). Problemni aspekty suchasnoi profesiinoi pidhotovky mahistriv

farmatsii [Problematic aspects of modern professional training of pharmacy masters]. *Aktualni pytannia farmatsevychnoi i medychnoi nauky ta praktyky – Current issues in pharmacy and medicine: science and practice*, 15(2), 192-200. DOI 10.14739/2409-2932.2022.2.258457 [in Ukrainian].

17. Usatova, I., Tkachenko, V., & Vedmediuk, A. (2023). Mizhdystsyplinarnyi pidkhid u fakhovii pidhotovtsi maibutnikh farmatsevtiv [Interdisciplinary approach in the professional training of future pharmacists]. *Visnyk Cherkaskoho natsionalnoho universytetu imeni Bohdana Khmelnytskoho. Seriiia «Pedahohichni nauky» – Bulletin of the Cherkasy Bohdan Khmelnytsky National University. Series “Pedagogical Sciences”*, 1, 91-97. Retrieved from: <https://ped-ejournal.cdu.edu.ua/article/view/4781> [in Ukrainian].

18. Timothy Newlin (2021). How We Navigated a Hybrid Remote Learning Environment Using Wolfram Technology. Retrieved from: <https://blog.wolfram.com/2021/01/14/how-we-navigated-a-hybrid-remote-learning-environment-using-wolfram-technology/>.

19. Wolfram for Education. Retrieved from: <https://www.wolfram.com/education/>.

Отримано 20.06.2023.  
Рекомендовано 15.09.2023.

Електронна адреса для листування: [lturovska@ifnmu.edu.ua](mailto:lturovska@ifnmu.edu.ua)