



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

УДК 378.147:519.85

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.13891974>

До питання формування дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти в процесі розв'язання задач з теорії ймовірності

Грудкіна Наталія Сергіївна

доктор технічних наук, доцент, професор кафедри природничо-наукових та загальноінженерних дисциплін, ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 80, Південне шосе, м. Запоріжжя, 69008, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-0914-8875>

Костіков Олександр Анатолійович

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень, ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 80, Південне шосе, м. Запоріжжя, 69008, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-3503-4836>

Ровенська Ольга Геннадіївна

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри математики та моделювання, Донбаська державна машинобудівна академія, 72, Академічна, м. Краматорськ, 84313, Україна, <https://orcid.org/0000-0003-1612-5409>

Прийнято: 14. 09.2024 | Оpubліковано: 29.09.2024



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ: НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Анотація. Постійне удосконалення змісту та наповнення математичних дисциплін для забезпечення формування дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти є актуальною навчально-методичною задачею. Вирішенню цієї проблеми може сприяти розширення кола задач різної складності та форми, в тому числі професійно спрямовані. Потужним інструментом, який дозволить не тільки спростити розрахунки, зробити перевірку та аналіз отриманого результату, а й автоматизувати розв'язання формалізованої задачі з відображенням кожного етапу є система комп'ютерної математики Maple. Не зважаючи на відомі та поширені приклади дослідницьких математичних задач, їх коло зазвичай обмежується використанням елементів аналітичної геометрії, диференціального та інтегрального числення, диференціальних рівнянь, тощо. В даній роботі підкреслюється, що розробка задач з дослідницькою складовою в процесі навчання теорії ймовірностей та статистики, сприятиме виробленню навичок формування вміння здійснювати науково-дослідну роботу, формалізувати задачу, обирати методи розв'язання та аналізувати отримані рішення на сучасному науково-технічному і професійному рівні. Метою роботи є вирішення питання формування дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти в процесі розв'язання задач з теорії ймовірності. У роботі наведено приклади розроблених ймовірнісних задач із дослідницькою складовою із фрагментами коду автоматизованого розрахунку в системі комп'ютерної математики Maple. Це сприятиме набуттю здобувачами науково-дослідницького досвіду та стане фундаментом спроможності вирішення складних професійних завдань в рамках обраної спеціалізації.



Ключові слова: теорія ймовірностей та математична статистика, дослідницька компетентність, інформаційно-комунікаційні технології, система комп'ютерної математики Maple.

On the Issue of Developing Research Competence of Higher Education Students in the Process of Solving Problems in Probability Theory

Hrudkina Nataliia

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Natural Sciences and General Engineering Disciplines, «Technical University «METINVEST POLYTECHNIC», METINVEST HOLDING LLC, 80, Pivdenne Hwy, Zaporizhzhia, 69008, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0002-0914-8875>

Kostikov Alexander

Associate Professor of Digital Technologies and Project Decision Analysis, «Technical University «METINVEST POLYTECHNIC», METINVEST HOLDING LLC, 80, Pivdenne Hwy, Zaporizhzhia, 69008, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-3503-4836>

Rovenska Olga

Associate Professor of the Department of Mathematics and Modelling, Donbas state engineering academy, 72, Academichna, Kramatorsk, 84313, Ukraine, <https://orcid.org/0000-0003-1612-5409>

***Abstract.** The continuous improvement of the content and curriculum of mathematical disciplines to ensure the development of research competence of higher education students is a relevant educational and methodological challenge. Expanding the range of problems of varying complexity and form, including*



professionally oriented ones, can contribute to solving this issue. A powerful tool that not only simplifies calculations, facilitates verification and analysis of the obtained results, but also automates the solution of a formalized problem with a step-by-step demonstration, is the Maple computer mathematics system. Despite well-known and widely used examples of research mathematical problems, the range is usually limited to the use of elements from analytic geometry, differential and integral calculus, differential equations, etc. This paper emphasizes that the development of problems with a research component in the study of probability theory and statistics will help to cultivate the ability to carry out research work, formalize problems, select solution methods, and analyze the results at a modern scientific, technical, and professional level. The purpose of the paper is to address the issue of developing research competence of higher education students through solving problems in probability theory. The paper presents examples of probabilistic problems with a research component, along with code fragments for automated calculations using the Maple computer mathematics system. This will help students gain research experience and form a foundation for solving complex professional tasks within their chosen specialization.

Keywords: *probability theory and mathematical statistics, research competence, information and communication technologies, Maple computer mathematics system.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями (Вступ). Запит на підвищення рівня математичної підготовки та володіння навичками застосування інформаційно-комунікаційних технологій майбутніми фахівцями вимагає вдосконалення освітнього процесу, особливо у закладах вищої освіти. При цьому для забезпечення конкурентоспроможності



майбутніх фахівців з різних галузей спільною є вимога підготовки їх до вирішення складних професійних задач з необхідністю врахування множини зовнішніх та внутрішніх параметрів, уніфікації та формалізації задачі, вибору методу розв'язання та аналізу отриманих результатів. Вирішення таких задач вимагає від випускника не тільки високого рівня математичної підготовки та застосування інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), а й досвіду науково-дослідної роботи [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У зв'язку з необхідністю інтеграції вітчизняної системи вищої освіти в європейську значної актуальності набувають освітні компоненти (дисципліни), які розглядають визначення і методи в розрізі не одного курсу, а як фундаменту комплексного підходу до розв'язання складних професійних задач, в тому числі із забезпечення міжпредметних зв'язків та дослідницької складової [2]. При цьому математичним дисциплінам відводиться важлива роль у природничо-наукових, економічних, соціальних, інженерно-технічних дослідженнях, тощо [3, 4]. Саме освітні компоненти з математичною складовою для багатьох галузей знань є не стільки знаряддям спрощення кількісних розрахунків, скільки методом дослідження та основним засобом формування логічного апарату з чітким визначенням понять та задач [4]. Аналіз досліджень останніх років щодо провідної ролі математичних дисциплін у формування конкурентоспроможного фахівця, дозволяє визначити математичну компетентність як фундамент успішної професійної діяльності [3, 5].

В контексті формування дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти велику роль відіграють якісні навчально-методичні матеріали із розробки пакетів прикладних задач різного рівня складності та глибини дослідницької складової, що в них міститься. Такі розробки в даний час представлені широко, особливо з використанням прикладних задач



диференціального, інтегрального числення, диференціальних рівнянь, як універсального засобу теоретичного пізнання навколишнього світу через призму моделювання процесів, що відбуваються в ньому [6, 7]. У роботі [8] досліджено проблему ефективного використання технологічних ресурсів з математики у вищій освіті, а також залучення студентів до цих ресурсів. У дослідженні проаналізовано наявну літературу в трьох взаємопов'язаних областях: залучення студентів до технологій у контексті вищої освіти та математичних дисциплін; ефективність технологій в освіті та їх застосування в математичній підготовці; оцінка використання технологій у вищій освіті та математиці; а також застосування різних фреймворків і моделей. У роботі [9] розглянуто ключові досягнення у використанні цифрових технологій у викладанні та вивченні математики за останні п'ять років. Основну увагу зосереджено на кількох важливих темах у цій галузі, зокрема STEAM-освіті, розвитку критичного мислення, трансформації освітнього простору в цифрове середовище, а також на зростаючому використанні систем комп'ютерної алгебри та пакетів динамічної геометрії.

Слід зазначити важливість залучення інструментарію сучасних систем комп'ютерної математики (СКМ), таких як Maple (Corp. MapleSoft, Canada) до розв'язання математичних задач, як ефективного засобу автоматизації розрахунків за загально побудованою моделлю та окресленим алгоритмом розв'язування із можливістю візуалізації та аналізу результатів [10-12]. Зокрема, у роботі [13] описано досвід використання комп'ютерної алгебри СКМ Maple під час викладання наукових курсів з менеджменту PhD рівня та проілюстровано його успішне використання у вирішенні проблем дослідження операцій/управління. У цьому дослідженні розглянуто використання СКМ Maple у курсі зі стохастичних процесів, динамічного програмування та оптимального керування, а також у курсі з теорії ігор. Однак



прикладів використання СКМ Maple для вирішення задач з теорії ймовірностей представлені досить обмежено, у порівнянні із залученням можливостей MS Excel, що на нашу думку, є нішею для більш докладних досліджень та зусиль щодо стимуляції нових навчально-методичних розробок [14, 15].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.

Проведений аналіз робіт, присвячених важливості формування дослідницької компетентності в процесі навчання математичних дисциплін, вказав на необхідність збільшення якості та змісту навчально-методичних розробок з різних розділів вищої математики, теорії ймовірностей та математичної статистики, які сприятимуть її формуванню. Недостатньо дослідженим є питання можливостей розширення кола задач з курсу теорії ймовірностей та математичної статистики, в тому числі прикладного спрямування, які формуватимуть дослідницьку компетентність здобувачів вищої освіти. Також актуальним є дослідження можливості використання СКМ Maple під час розв'язування дослідницьких задач, особливо з огляду на необхідність створення модулів автоматизованого розрахунку, геометричною інтерпретацією та аналізом отриманих рішень. В цьому контексті пропонується розробка навчально-методичного комплексу завдань з теорії ймовірностей з наявністю етапів уніфікації, узагальнення, пошуку програмних методів розв'язання та етапу розвинення умови задачі за рахунок збільшення глибини дослідження. Вирішення цих проблем дозволить підсилити дослідницькі компетентності здобувачів вищої освіти та підготує їх до вирішення складних науково-технічних задач в рамках обраної спеціалізації.

Формулювання цілей статті. Метою даної роботи є сприяння формуванню дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти в процесі розв'язання задач з теорії ймовірності. Відповідно до мети перед нами були



поставлені та вирішені завдання з розробки задач з дослідницькою складовою та прикладів реалізації їх автоматизованого розрахунку в СКМ Maple.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням здобутих наукових результатів (Результати дослідження). Як було зазначено вище, використання СКМ Maple є доцільним для вирішення математичних задач прикладного спрямування в розрізі природничо-наукових, економічних, соціальних та комп'ютерних дисциплін [5, 8]. Однак при цьому слід враховувати труднощі, з яким стикаються здобувачі під час створення та використання навчальних Maple тренажерів з наявністю покрокового розв'язання математичних задач [16]. Тому важливим етапом при створенні модулів автоматизованого розрахунку певної математичної задачі є не стільки навички безпосередньої роботи з СКМ Maple, скільки навички уніфікації моделі задачі та алгоритмізації розв'язання.

Розглянемо розроблені приклади формалізації та розв'язання дослідницьких задач з теорії ймовірностей з використанням СКМ Maple.

Приклад 1. Викладач пропонує здобувачу навмання поставити точку на числовій осі в межах відрізка $[a; b]$. Знайти ймовірність того, що обрана точка належатиме відрізку $[c_1; c_2]$.

Зауваження. Розглянути різні варіації значень кінців відрізків $[c_1; c_2]$ для фіксованого відрізка $[a; b]$. Створити модуль автоматизованого розрахунку в СКМ Maple з геометричною інтерпретацією для наочності.

Розв'язання.

Даний тип завдання є завданням на обчислення геометричної ймовірності на числовій осі, дослідницька складова якого посилюється вимогою створення уніфікованої моделі обчислення та необхідності застосування елементів програмування в рамках використання СКМ Maple (рис. 1). В якості першого етапу розв'язання даної задачі пропонується



зафіксувати відрізок $[a; b]$ та розглянути усі можливі варіації значень кінців відрізка $[c1; c2]$ для визначення l . Другим етапом є визначення в загальному вигляді даної величини, використовуючи логічні оператори. Третім етапом є геометрична інтерпретація, тобто побудова на площині, та безпосередній розрахунок шуканої ймовірності.

Один із можливим варіантів розв'язання може мати наступний код:

```
restart;  
print(^Завдання. Викладач пропонує здобувачу навмання поставити  
точку на числовій вісі в межах відрізка  $[a;b]$ . Знайти ймовірність того, що  
обрана точка належатиме відріжку  $[c1;c2]$ :^);  
print(^ Введіть дані кінців відрізків  $[a;b]$  та  $[c1;c2]$ :^);  
a:= 1;  
b:= 9;  
c1:= -2;  
c2:= 10;  
print(^Розв'язання.^);  
l:= b - a;  
l1:=if (c2<=a or c1>=b) then 0 elif (c1<=a and c2>=b) then l elif (c1>=a  
and c2<=b) then (c2-c1) elif (c1<=a and c2<=b) then (c2-a) elif (c1>=a and  
c1<=b and c2>=b) then (b-c1) end if;  
k1:=min(a,b,c1,c2);k2:=max(a,b,c1,c2);  
plot([[[a, 0], [a, 0.15], [b, 0.15], [b, 0]], [[c1, 0], [c1, 0.1], [c2, 0.1], [c2, 0]],  
[[k1 - 1, 0], [k2 + 1, 0]]], x = k1 - 1 .. k2 + 1, y = 0..0.15, color = [blue, red, black],  
axis[2] = [color = white]);  
p(A) = l1/l;
```



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ: НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Файл (F) Правка (E) Вид (V) Вставити (I) Формат (R) Вычислить (A) Инструменты (T) Окно (W) Помощь (H)

Палитры Workbook

Текст [История] [Математика] C 2D Input Times New Roman 12 B U

ИЗБРАННОЕ

Выражения

$a+b$ $a-b$ $a \cdot b$
 $\frac{a}{b}$ a^b \sqrt{a}
 $\sqrt[n]{a}$ $a!$ $|a|$
 e^a $\ln(a)$ $\log_{10}(a)$
 $\log_0(a)$ $\sin(a)$ $\cos(a)$
 $\tan(a)$ $\binom{a}{b}$ a_n
 a_n $f(a)$ $f(a,b)$
 $f:=a \rightarrow y$ $f:= (a,b) \rightarrow z$
 $f(x) \begin{cases} -x & x < a \\ x & x \geq a \end{cases}$
 $\sum_{i=1}^n f$ $\prod_{i=1}^n f$ $\frac{d}{dx} f$
 $\int f dx$ $\int_a^b f dx$

Математический анализ

$\lim_{x \rightarrow a} f$ $\frac{d}{dx} f$ $\frac{d^2}{dx^2} f$
 $\frac{d^m}{dx^m} f$ $f'(x)$ $f''(x)$
 $f^{(m)}(x)$ $f^{(n)}(x)$ \dot{A}
 \ddot{A} \dots $\frac{\partial}{\partial x} f$
 $\frac{\partial^2}{\partial x^2} f$ $\frac{\partial^2}{\partial x^2} f$ $\int f dx$

```
> restart;
> print('Завдання. Викладач пропонує здобувачу намання поставити точку на числовій осі в межах
відлітка [a;b]. Знайти ймовірність того, що обрана точка належатиме відрізку [c1;c2]:');
print(' Введіть дані кінців відрізків [a;b] та [c1;c2]: ');
Завдання. Викладач пропонує здобувачу намання поставити точку на числовій осі в межах
відлітка [a;b]. Знайти ймовірність того, що обрана точка належатиме відрізку [c1;c2]:
Введіть дані кінців відрізків [a;b] та [c1;c2]:
(2)
> a := 1; b := 9; c1 := -2; c2 := 10;
a := 1
b := 9
c1 := -2
c2 := 10
(3)
> print('Розв'язання. '); l := b - a;
Розв'язання.
l := 8
(4)
> ll:=if (c2<=a or c1>=b) then 0 elif (c1<=a and c2>=b) then 1 elif (c1>=a and c2<=b) then (c2-c1) elif (c1<=a
and c2<=b) then (c2-a) elif (c1>=a and c1<=b and c2>=b) then (b-c1) end if;
> k1:=min(a,b,c1,c2); k2:=max(a,b,c1,c2);
ll := 8
k1 := -2
k2 := 10
(5)
> plot([[a,0],[a,0.15],[b,0.15],[b,0]],[c1,0],[c1,0.1],[c2,0.1],[c2,0]],[[k1-1,0],[k2+1,0]],x=k1-1..k2+1,y=0..0.15,color=[blue,red,
black],axis[2]=[color=white]);
(6)
> p(A) = ll/l;
p(A) = 1
```

Рис. 1. Розв'язання прикладу 1 в СКМ Maple

Також доцільним є етап перевірки (тестування) розробленого модуля автоматизованого розрахунку за різних варіацій кінців відрізка $[c1; c2]$ для усунення можливих похибок (рис. 2).

```
> a := 1;
b := 9;
c1 := 2;
c2 := 10;
(3)
> print('Розв'язання. '); l := b - a;
Розв'язання.
l := 8
(4)
> ll:=if (c2<=a or c1>=b) then 0 elif (c1<=a and c2>=b) then 1 elif (c1>=a and c2<=b) then (c2-c1) elif (c1<=a
and c2<=b) then (c2-a) elif (c1>=a and c1<=b and c2>=b) then (b-c1) end if;
> k1:=min(a,b,c1,c2); k2:=max(a,b,c1,c2);
ll := 7
k1 := 1
k2 := 10
(5)
> plot([[a,0],[a,0.15],[b,0.15],[b,0]],[c1,0],[c1,0.1],[c2,0.1],[c2,0]],[[k1-1,0],[k2+1,0]],x=k1-1..k2+1,y=0..0.15,color=[blue,red,
black],axis[2]=[color=white]);
(6)
> p(A) = ll/l;
p(A) = 7/8
```

a)



```

a := 1
b := 9
c1 := 7
c2 := 9
(3)

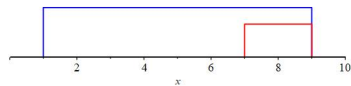
> print('Розв'язання. '); l := b - a;
Розв'язання.
l := 8
(4)

> ll:=if (c2<=a or c1>=b) then 0 elif (c1<=a and c2>=b) then 1 elif (c1>=a and c2<=b) then (c2-c1) elif (c1<=a
and c2<=b) then (c2-a) elif (c1>=a and c1<=b and c2>=b) then (b-c1) end if;
> k1:=min(a,b,c1,c2); k2:=max(a,b,c1,c2);
ll := 2
(5)

> plot([[[a,0],[a,0.15],[b,0.15],[b,0]],[[c1,0],[c1,0.1],[c2,0.1],[c2,0]],[[k1-1,0],[k2+1,0]]],x=kl-1..k2+1,y=0..0.15,color=[blue,red,
black],axis[2]=[color=white]);

> p(A) = ll/l;
p(A) = 1/4
(6)

```



б)

```

a := 1
b := 9
c1 := 7
c2 := 10
(3)

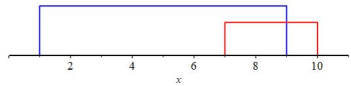
> print('Розв'язання. '); l := b - a;
Розв'язання.
l := 8
(4)

> ll:=if (c2<=a or c1>=b) then 0 elif (c1<=a and c2>=b) then 1 elif (c1>=a and c2<=b) then (c2-c1) elif (c1<=a
and c2<=b) then (c2-a) elif (c1>=a and c1<=b and c2>=b) then (b-c1) end if;
> k1:=min(a,b,c1,c2); k2:=max(a,b,c1,c2);
ll := 2
(5)

> plot([[[a,0],[a,0.15],[b,0.15],[b,0]],[[c1,0],[c1,0.1],[c2,0.1],[c2,0]],[[k1-1,0],[k2+1,0]]],x=kl-1..k2+1,y=0..0.15,color=[blue,red,
black],axis[2]=[color=white]);

> p(A) = ll/l;
p(A) = 1/4
(6)

```



в)

Рис. 2. Перевірка правильності розв'язання за різних (а) - (в) варіацій кінців відрізка [c1; c2]

Таким чином, для нескладної типової задачі з розрахунку геометричної ймовірності відпрацьовуються навички використання можливостей СКМ Maple, в тому числі з елементами програмування, та формується дослідницька компетентність здобувачів освіти.

Приклад 2. Розрахувати надійність основної системи, що містить i елементів, ймовірності безвідмовної роботи яких в межах певного часу відомі та становлять p_i . З'ясувати, яким чином зміниться надійність удосконаленої



системи за рахунок введення додаткового елемента з відомою ймовірністю його безвідмовної роботи в межах певного часу p_{i+1} .

Зауваження. Використовуючи можливості СКМ Maple, розробити модулі автоматизованого розрахунку надійності основної та удосконалених розрахункових систем (для кожного варіанту пропонується унікальна основна система). Запропонувати розширення умови задачі за рахунок дослідницької складової.

Розв'язання.

Використання СКМ Maple є доцільним з точки зору прозорості кожного етапу розрахунку (символічний запис формул) та можливості автоматизувати розв'язання після формалізації задачі в загальному вигляді. Перший етап пропонується у вигляді розрахунку надійності основної системи (рис. 3) згідно умови задачі.

Фрагмент коду розв'язання з розрахунку надійності основної системи має наступний вигляд:

```
print(Роз'язання:`);  
print(Розрахуємо надійність ділянки А з послідовним з'єднанням  
елементів 1 та 3:`);  
рА := р1*р3;  
print(Розрахуємо ймовірність відмови ділянки А з послідовним  
з'єднанням елементів 1 та 3:`);  
qА := 1 - рА;  
print(Розрахуємо надійність ділянки В з паралельним з'єднанням  
ділянки А та елемента 2 :`);  
рВ := 1 - qА*(1 - р2);  
print(Розрахуємо надійність системи з послідовним з'єднанням  
елемента 4 та ділянки В :`);  
рС := р4*рВ;
```



```

Start.mw x Pr_2_2.mw x *Pr_2_1.mw x Pr_4.mw x Pr_3_2.mw x *Pr_3_1.mw x
Plot 1:1
print('Завдання 1. Розрахувати надійність системи із заданими ймовірностями безперебійної роботи її елементів p1, p2, p3, p4 :');
Завдання 1. Розрахувати надійність системи із заданими ймовірностями безперебійної роботи її елементів p1, p2, p3, p4 : (1)

[Diagram: A circuit diagram with four components labeled 1, 2, 3, and 4. Component 4 is in series with a parallel combination of components 1, 2, and 3. Component 1 and 3 are in series, and this pair is in parallel with component 2.]

restart;
p1 := 0.95; p2 := 0.98; p3 := 0.9; p4 := 0.8;

p1 := 0.95 (2)
p2 := 0.98 (2)
p3 := 0.9 (2)
p4 := 0.8 (2)

```

Рис. 3. Введення даних прикладу 2 в СКМ Maple

Розв'язання має наступний вигляд (рис. 4).

```

Start.mw x Pr_2_2.mw x *Pr_2_1.mw x Pr_4.mw x Pr_3_2.mw x *Pr_3_1.mw x
Plot 1:1
print('Розв'язання:');
Розв'язання: (3)
print('Розрахуємо надійність ділянки A з послідовним з'єднанням елементів 1 та 3:');
Розрахуємо надійність ділянки A з послідовним з'єднанням елементів 1 та 3: (4)
pA := p1*p3;
pA := 0.855 (5)
print('Розрахуємо ймовірність відмови ділянки A з послідовним з'єднанням елементів 1 та 3:');
Розрахуємо ймовірність відмови ділянки A з послідовним з'єднанням елементів 1 та 3: (6)
qA := 1 - pA;
qA := 0.145 (7)
print('Розрахуємо надійність ділянки B з паралельним з'єднанням ділянки A та елемента 2:');
Розрахуємо надійність ділянки B з паралельним з'єднанням ділянки A та елемента 2: (8)
pB := 1 - qA*(1 - p2);
pB := 0.99710 (9)
print('Розрахуємо надійність системи з послідовним з'єднанням елемента 4 та ділянки B:');
Розрахуємо надійність системи з послідовним з'єднанням елемента 4 та ділянки B: (10)
pC := p4*pB;
pC := 0.797680 (11)

```

Рис. 4. Розрахунок надійності основної системи в СКМ Maple

Другим етапом є розрахунок надійності удосконаленої схеми та відносного збільшення надійності для відомого значення надійності додатково введеного в систему елемента 5 (рис. 5).



```
print('Завдання 2. Дослідити, як зміниться надійність попередньої системи, якщо додати паралельно елемент 5:');  
Завдання 2. Дослідити, як зміниться надійність попередньої системи, якщо додати паралельно елемент 5: (12)  
  
p5 := 0.5; p5 := 0.5 (13)  
print('Розрахуємо надійність удосконаленої системи з паралельним з'єднанням ділянки C та елемента 5:');  
Розрахуємо надійність удосконаленої системи з паралельним з'єднанням ділянки C та елемента 5: (14)  
pD := 1 - (1 - pC) * (1 - p5); pD := 0.8988400 (15)  
print('Розрахуємо відносне збільшення надійності удосконаленої системи:');  
Розрахуємо відносне збільшення надійності удосконаленої системи: (16)  
epsilon := (pD - pC) / pC * 100; epsilon := 12.68177715 (17)
```

Рис. 5. Розрахунок надійності удосконаленої системи та дослідження відсотку збільшення надійності в СКМ Maple

В рамках реалізації другого етапу розв'язання задачі рекомендується проаналізувати, як змінюється надійність удосконаленої системи від різних значень надійності елемента 5 та відповісти на питання: чи вистачить даної надійності для підвищення надійності системи до

Розв'язання третього етапу завдання можливо підвищення дослідницької складової за рахунок додаткових досліджень щодо удосконалення систем, а саме розрахунку надійності удосконаленої системи у вигляді функції від змінної p_5 надійності введеного додатково елемента 5 або інші запропоновані здобувачами варіанти посилення складності задачі формулювання.

Висновки. З огляду на сучасні вимоги, які висуваються випускникам вищих навчальних закладів з різних галузей, необхідним є посилення дослідницької компетентності на кожному етапі навчання, починаючи з вивчення математичних дисциплін. Запорукою успіху при цьому є



розширення кола задач із дослідницькою складовою різного рівня складності, в тому числі з широким застосування СКМ Maple. В рамках викладання теорії ймовірностей та математичної статистики актуальною є задача створення навчальних задач, під час розв'язання яких необхідним є формалізація умови задачі, алгоритмізація її розв'язка, реалізація основних етапів розв'язання з використанням сучасних ІКТ, зокрема СКМ Maple, аналізу отриманих результатів. Розроблені задачі та запропоновані фрагменти коду сприятимуть формуванню дослідницької компетентності у здобувачів, навичок створення модулів автоматизованого розрахунку, в тому з елементами програмування та якісною геометричною інтерпретацією. А це в свою чергу стане фундаментом ефективного застосування набутих знань, умінь і навичок для успішного вирішення складних професійно орієнтованих завдань в майбутньому, в тому числі з використання СКМ Maple.

Список використаних джерел

1. Ключко В. І. Розвиток дослідницьких умінь студентів технічних університетів в процесі навчання інформаційних технологій / В. І. Ключко, З. В. Бондаренко // Вісник Луганського національного університету ім. Т. Шевченка. Педагогічні науки. – 2010. – №22, – Ч. 3 – С. 137-145.
2. Ічанська Н.В., Лозицький Д.Ю. «Використання математичного апарату та ІКТ для розв'язання прикладних задач». Науковий вісник Ужгородського університету. Серія «Математика і інформатика». т. 43. вип. 2, Жовтень 2023. С. 119-129. doi:10.24144/2616-7700.2023.43(2).
3. Vintere, A., Zeidmane, A. Research in mathematical competence in engineers professional activities engineering for rural development. 13th International Scientific Conference Engineering for Rural Development 29-30.05.2014 Jelgava, Latvia. Proceedings, vol., pp. 13 497-504. Jelgava (2014)



4. Борозенець Н.С. Формування дослідницької компетентності бакалаврів з аграрних наук засобами професійно спрямованих завдань з вищої математики. Гуманізація навчально-виховного процесу. Харків: ТОВ «Видавництво НТМТ», 2018. №3 (89). С. 41-58.
5. Hrudkina N.S., Malii Kh.V., Papazov V.M. Mathematical simulation of rolling processes by pressure using MAPLE computer mathematics systems. International scientific conference «MININGMETALTECH 2023 – The mining and metals sector: integration of business, technology and education» : conference proceedings (November 29–30, 2023. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia : «Baltija Publishing», 2023. Vol. 2. 348 pages. P. 230-232. DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-154> (дата звернення: 08.08.2024).
6. Ровенська О.Г. Проблемний підхід у викладанні вищої математики для інженерних спеціальностей / Дидактика математики: проблеми і дослідження, № 35, 2011, с. 49-52.
7. Організація дослідницької діяльності з математичного аналізу : монографія / О. Г. Ровенська – Краматорськ : ДДМА, 2021. – 153 с.
8. Ní Shé C, Ní Fhloinn E, Mac an Bhaird C. Student Engagement with Technology-Enhanced Resources in Mathematics in Higher Education: A Review. *Mathematics*. 2023; 11(3):787. doi:10.3390/math11030787.
9. Engelbrecht J., Borba M. C. Recent developments in using digital technology in mathematics education. *ZDM Mathematics Education* 56, 281–292 (2024). doi:10.1007/s11858-023-01530-2.
10. Михалевич В.М. Використання систем комп'ютерної математики у процесі навчання студентів ВНЗ : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2016. 279 с.
11. Maple. URL: <http://www.maplesoft.com/products/Maple/index.aspx> (дата звернення: 06.08.2024).



12. Monagan M.B., Geddes K.O., Heal K.M., Labahn G., Vorkoetter S.M., McCarron J., DeMarco P. Maple Advanced Programming Guide Maplesoft (15 version), a division of Waterloo Maple Inc, 2009. 452 p.

13. Parlar M. Model Development with Maple in PhD-Level Management Science Courses: A Personal Account. Oper. Res. Forum 4, 17 (2023). doi:10.1007/s43069-023-00202-x.

14. Грудкіна Н.С., Колесников С.О., Мокрушина О.М., Нікіцький С.В. Використання інформаційно-комунікаційних технологій під час навчання теорії ймовірностей та математичної статистики / Сучасні інформаційні технології, засоби автоматизації та електропривод : матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції, 18–20 квітня 2024 р. / За заг. ред. О. Ф. Тарасова. – Краматорськ – Тернопіль: ДДМА, 2024. – 237 с. С. 208-210.

15. Грудкіна, Н. С., Кайдан, Н. В., Колесников, С. О., & Дмитришин, І. С. (2024). Використання СКМ Maple при розв'язанні задач з обчислення геометричної ймовірності. *Педагогічна Академія: наукові записки*, (9), doi:10.5281/zenodo.13326522/

16. Крупський Я. Проблеми ефективної роботи студентів під час використання навчальних Maple тренажерів з покрокового розв'язання типових задач вищої математики. Збірник наукових праць Уманського державного педагогічного університету. Частина 3. 2011. С. 130–135. [URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpudpu_2011_3_19](http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpudpu_2011_3_19) (дата звернення: 06.08.2024).