



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ

УДК 378.147:519.85

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.14440352>

Аналіз раціональності використання СКМ Maple та MS Excel при розв'язанні ймовірнісних задач

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, <http://orcid.org/0000-0002-0914-8875>

Колесников Сергій Олексійович

кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри природничо-наукових та загальноінженерних дисциплін ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», 80, Південне шосе, м. Запоріжжя, 69008, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-9538-8858>

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>

Прийнято: 28.11.2024 | Опубліковано: 11.12.2024



Анотація. Сучасні вимоги до змісту та освітнім технологіям навчання математичним дисциплінам, у тому числі теорії ймовірностей та математичній статистиці, потребують активного впровадження в навчальний процес сучасних програмних засобів. Широке застосування в процесі навчання математичним дисциплінам у вишій школі отримали табличний процесор MS Excel та система комп'ютерної математики Maple. Однак зазвичай система комп'ютерної математики Maple використовується для розв'язування задач диференціального та інтегрального числення, математичного моделювання, побудови просторових тіл та їх перетинів, а використання MS Excel поширене для розв'язування задач з лінійної та матричної алгебри, лінійного програмування, ймовірнісного та статистичного аналізу. Одночасне застосування обох наведених програмних засобів під час викладання певних розділів математичних дисциплін практично не реалізоване, що робить задачу порівняльного аналізу доцільності та раціональності їх застосування актуальною. Метою роботи є співставлення можливостей, раціональності та обмежень у використанні системи комп'ютерної математики Maple та MS Excel при розв'язуванні задач теорії ймовірностей різного рівня складності. У роботі запропоновано варіанти розв'язування задач обома програмними засобами з відповідним аналізом трудомісткості, наочності та можливості оперативної зміни модулів автоматизованого розрахунку. Можливості використання різних програмних засобів розширює спектр навичків здобувачів та дозволяє обирати раціональний, менш трудомісткий та більш наочний та зручний з огляду на тип завдань, що пропонується до розв'язання.

Ключові слова: теорія ймовірностей та математична статистика, табличний процесор MS Excel, система комп'ютерної математики Maple.



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ:
НАУКОВІ ЗАПИСКИ

The use of SCM Maple in solving problems on calculating geometric probability

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, <http://orcid.org/0000-0002-0914-8875>

Kolesnykov Sergiy

Candidate of Physical and Mathematical Sciences (Ph. D.), Docent, Associate 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/0000-0002-9538-8858>

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>

***Abstract.** Modern requirements for the content and educational technologies of teaching mathematical disciplines, including probability theory and mathematical statistics, require the active introduction of modern software tools into the educational process. The MS Excel spreadsheet and the Maple computer mathematics system have been widely used in the process of teaching mathematical*



disciplines in higher education. However, the Maple computer mathematics system is usually used to solve problems in differential and integral calculus, mathematical modeling, and the construction of spatial bodies and their intersections, while the use of MS Excel is widespread for solving problems in linear and matrix algebra, linear programming, probabilistic and statistical analysis. The simultaneous use of both of the above software tools when teaching certain sections of mathematical disciplines is practically not implemented, which makes the task of comparative analysis of the feasibility and rationality of their application relevant. The aim of the work is to compare the possibilities, rationality and limitations of using the Maple computer mathematics system and MS Excel when solving problems of probability theory of different levels of complexity. The work proposes options for solving problems using both software tools with a corresponding analysis of labor intensity, clarity and the possibility of quickly changing the modules of automated calculation. The possibilities of using different software tools expands the range of skills of applicants and allows you to choose a rational, less labor intensive and more visual and convenient one given the type of problems that are proposed for solution.

Keywords: *probability theory and mathematical statistics, MS Excel spreadsheet, epy Maple computermathematics system.*

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок з важливими науковими чи практичними завданнями (Вступ). Володіння сучасними програмними засобами є невід'ємною частиною компетенцій конкурентно спроможного фахівця практично будь-якої галузі, які дозволяють успішно вирішувати спеціалізовані професійно-орієнтовані задачі. Однак виховання такого фахівця можливо лише за умов постійного удосконалення навчального процесу, насамперед за рахунок широкого застосування



інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ), особливо під час викладання математичних дисциплін [1, 2]. Зазначимо, що впровадження інструментів ІКТ стимулює засвоєння здобувачами вищої освіти методів різних розділів математики, сприяє більш глибокому розумінню побудови моделі процесу або явища, що досліджується, етапів розв'язання та дозволяє аналізувати отриманий результат, суттєво скорочуючи витрати часу на обчислення та дослідження впливу певного фактора на результуючий показник [1-3]. Різноманіття сучасних програмних засобів надає можливості для аналізу доцільності їх використання, виявлення переваг та обмежень щодо певного кола математичних задач.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На даний час фокус у формуванні кейсу задач з дисциплін з математичною складовою спрямований на збільшення частки завдань прикладного спрямування, з потужною дослідницькою складовою та з необхідністю використання програмних засобів реалізації розв'язання, геометричної ілюстрації та аналізу отриманих результатів [4]. А з огляду на широке застосування систем комп'ютерної математики (СКМ) у виробничих процесах та наукових дослідженнях, переформатування змісту та освітніх технологій, що використовуються під час навчання математичним дисциплінам, є актуальною науково-методичною задачею, в тому числі і під час навчання теорії ймовірностей та математичній статистиці [1, 3-5]. Незважаючи на складності від закупівлі ліцензій до опанування викладачами можливостей СКМ, необхідності розробки якісного методичного матеріалу, впровадження сучасних програмних засобів у процес навчання постійно зростає, як і якість навчально-методичних робіт, що розробляються. На даний час найбільш поширеними у вишій школі є універсальні математичні системи Mathcad (MathSoft Ins., USA), Maple (Corp. MapleSoft, Canada), Mathematica (Wolfram Research Ins., USA) та Matlab



(Mathworks Ins., USA). До безперечних переваг систем цього класу відноситься об'єднання аналітичних та чисельних методів обчислень, використання мов високого рівня та можливість обміну інформацією між собою за допомогою різних форматів [2, 3, 5-7]. Зазначими окремо, що графіка СКМ є ефективним засобом візуалізації математичних понять та сприяє кращому сприйняттю та засвоєнню, що є дуже важливим під час опанування диференціальним та інтегральним численням, математичним моделюванням явищ та процесів. З іншого боку під час навчання теорії ймовірностей та математичній статистиці вже усталеним є використанням інструментів програмного середовища MS Excel, які забезпечують автоматизованість розв'язання комбінаторних задач, задач з алгебри подій, схеми повторних випробувань та ін. [8]. Зазначимо окремо широкі можливості візуалізації випадкових величин із визначенням їх числових характеристик, використання основних законів розподілу випадкових величин та статистичного аналізу.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. На даний час найуживанішим програмним інструментом розв'язання задач ймовірнісного та статистичного аналізу є MS Excel. Однак, незважаючи на широкий спектр ймовірнісних задач, які раціонально розв'язувати у MS Excel, обмеження цього програмного середовища стосуються неможливості використання інтегрального числення, візуалізації поверхонь та ліній їх перетинів та розв'язання деяких типів дослідницьких задач з узагальненими умовами. Тому доцільним є більш широке застосування навичок роботи у СКМ Maple, в тому числі розробки програмних кодів автоматизованої візуалізації та розрахунків в задачах, пов'язаних з обчисленням площ та об'ємів фігур [9, 10]. Актуальною також є задача порівняння можливостей СКМ Maple та MS Excel під час розв'язання різних типів ймовірнісних задач, що дасть можливість виробити рекомендації щодо раціональності



використання одного з цих програмних засобів. А у контексті динамічного розвитку існуючих та створення нових СКМ це сприятиме вирішенню проблем підвищення ІКТ-компетентності здобувачів.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є співставлення можливостей, раціональності та обмежень у використанні системи комп'ютерної математики Maple та MS Excel при розв'язуванні задач теорії ймовірностей різного рівня складності. Відповідно до мети перед нами були поставлені та вирішені наступні завдання зі співставлення варіантів розв'язування задач обома програмними засобами та аналізу трудомісткості, наочності та можливості оперативної зміни модулів автоматизованого розрахунку.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням здобутих наукових результатів (Результати дослідження). Як було зазначено вище, СКМ Maple та MS Excel є потужними інструментами, які широко використовуються для вирішення класичних математичних задач та задач прикладного спрямування в розрізі природничо-наукових, економічних та комп'ютерних дисциплін. Тому стимулювання якомога широкого застосування сучасних програмних засобів під час навчання математичним дисциплінам, в тому числі теорії ймовірностей та математичній статистиці стане фундаментом формування інформаційно-комунікаційної компетентності майбутнього фахівця [3-6, 8, 11, 12].

З огляду на недослідженість співставлення інструментів СКМ Maple та MS Excel під час розв'язання ймовірнісних задач, пропонується розглянути розв'язання однієї задачі із наведенням варіантів реалізації її розв'язання в даних програмних засобах.

Приклад 1. Розрахувати надійність основної системи, що містить чотири елементи, ймовірності безвідмовної роботи яких в межах певного часу



відомі та становлять p_1, p_2, p_3 та p_4 відповідно. З'ясувати, яким чином зміниться надійність попередньої системи, якщо додати паралельно елемент 5 [12].

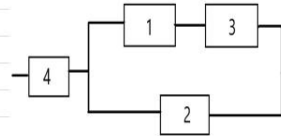
Розв'язання.

Запропонуємо розв'язання у MS Excel (рис. 1) та у СКМ Maple (рис. 2).

Завдання.

1. Розрахувати надійність системи із заданими ймовірностями безберейної роботи її елементів p_1, p_2, p_3, p_4

$p_1 =$	0,9	$q_1 =$	0,1	Послідовне з'єднання елементів 1 та 3	$r(A) =$	0,855	$q(A) =$	0,15
$p_2 =$	0,8	$q_2 =$	0,2					
$p_3 =$	1	$q_3 =$	0,1	Паралельне з'єднання елементів А та 2	$r(B) =$	0,971		
$p_4 =$	0,9	$q_4 =$	0,2					

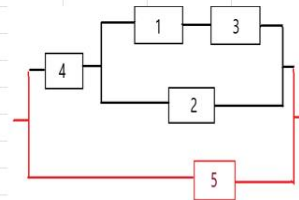


Послідовне з'єднання елементів В та 4

Відповідь: $r(D) = 0,82535$

2. Дослідити, як зміниться надійність попередньої системи, якщо

$p_5 =$	0,6	$q_5 =$	0,4	Паралельне з'єднання системи з елементом 5	$r(F) =$	0,93014
---------	-----	---------	-----	--	----------	---------



Збільшення надійності у відсотках

Відповідь: $\Delta E = 12,6964 \%$

а)

Завдання.							
1. Розрахувати надійність системи із заданими ймовірностями безберейної роботи її елементів p_1, p_2, p_3, p_4							
$p_1 =$	0,9	$q_1 =$	=1-C4	Послідовне з'єд	$r(A) =$ =PRODUCT(C4;C6)	$q(A) =$	=1-K4
$p_2 =$	0,8	$q_2 =$	=1-C5				
$p_3 =$	0,95	$q_3 =$	=1-C6	Паралельне з'єд	$r(B) =$ =1-PRODUCT(G5;N4)		
$p_4 =$	0,85	$q_4 =$	=1-C7				
Відповідь:				Послідовне з'єд	$r(D) =$ =PRODUCT(K7;C7)		
2. Дослідити, як зміниться надійність попередньої системи, якщо додати паралельно елемент 5.							
$p_5 =$	0,6	$q_5 =$	=1-C15	Паралельне з'єд	$r(F) =$ =1-PRODUCT(G15;1-		
				Збільшення над			
Відповідь:				$\Delta E =$	=(K17-K10)/K10*100 %		

б)

Рис.1. Приклад розрахунку в загальному вигляді (а) та з наведенням формул обчислень (б) в MS Excel



З огляду на створення автоматизованого розрахунку у MS Excel слід зазначити можливість формулювання умови завдання, запозичення схеми та компактне представлення як відповіді, так і кожного з етапів розв'язання. В загальному вигляді створений розрахунковий модуль зручний у використанні, за необхідності можливе відтворення формул розрахунку для обчислення надійності при паралельному та послідовному з'єднанні елементів. Є можливість використання розрахункових блоків як складових для іншої розрахункової схеми, що є важливим з точки зору поширення даного автоматизованого розрахунку на задачі даного типу. Однак робота за готовим розрахунком для стороннього користувача може викликати певні труднощі щодо відтворення символічного подання розв'язання, що вимагає певних теоретичних знань в рамках теми з алгебри подій.

З іншого боку створення автоматизованого розрахунку у СКМ Maple також дозволяє навести формулювання умови завдання, запозичення досліджуваної схеми та кожного з етапів розв'язання (рис. 2). Створений розрахунковий модуль зручний у використанні і повторює символічного подання розв'язання в ручному варіанті, що значно спрощує опанування теоретичними знаннями з обчислення надійності блоку при паралельному та послідовному з'єднанні елементів. За аналогією з MS Excel також є можливість використання розрахункових блоків як складових для іншої більш розгалуженої розрахункової схеми.

За трудомісткістю можна вважати обидва запропонованих автоматизованих розрахунки ідентичними та раціональними у використанні з урахуванням визначених вище відмінностей.

Тому для розрахункових завдань з застосуванням в рамках алгебри подій обидва програмних засоби рекомендовано до використання за бажанням здобувачів та рівнем їх навичок роботи в кожному з них.



ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ: НАУКОВІ ЗАПИСКИ

Текст | Неисполняемая математика | Математика | C 2D Math | Times New Roman | 12 | **B I U** |

```

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 :

```

```

restart;
p1 := 0.9; p2 := 0.8; p3 := 0.95; p4 := 0.85;

p1 := 0.9
p2 := 0.8
p3 := 0.95
p4 := 0.85

print("Роз'язання."); print("Розрахуємо надійність ділянки A з послідовним з'єднанням елементів 1 та 3."); pA := p1 * p3;
Роз'язання:
Розрахуємо надійність ділянки A з послідовним з'єднанням елементів 1 та 3:
pA := 0.855

print("Розрахуємо ймовірність відмови ділянки A з послідовним з'єднанням елементів 1 та 3."); qA := 1 - pA;
print("Розрахуємо ймовірність надійності ділянки B з паралельним з'єднанням ділянки A та елементу 2."); pB := 1 - qA * (1 - p2);
Розрахуємо ймовірність відмови ділянки A з послідовним з'єднанням елементів 1 та 3:
qA := 0.145
Розрахуємо ймовірність надійності ділянки B з паралельним з'єднанням ділянки A та елементу 2:
pB := 0.9710

print("Розрахуємо надійність системи з послідовним з'єднанням елемента 4 та ділянки B."); pC := p4 * pB;
Розрахуємо надійність системи з послідовним з'єднанням елемента 4 та ділянки B :
pC := 0.825350

```

a)

Текст | Неисполняемая математика | Математика | C 2D Math | Times New Roman | 12 | **B I U** |

```

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:

```

```

p5 := 0.6; print("Розрахуємо надійність удосконаленої системи з паралельним з'єднанням ділянки C та елемента 5.");
p5 := 0.6
Розрахуємо надійність удосконаленої системи з паралельним з'єднанням ділянки C та елемента 5:
pD := 1 - (1 - pC) * (1 - p5);
pD := 0.9301400

print("Розрахуємо відносне збільшення надійності удосконаленої системи."); e := (pD - pC) / pC * 100;
Розрахуємо відносне збільшення надійності удосконаленої системи :
e := 12.69643182

```

б)

Рис.2. Дослідження надійності основної (а) та удосконаленої (б) системи в СКМ Maple



Якщо підвищити дослідницьку складову прикладу 1 за рахунок вирішення задачі, щодо визначення найменшої надійності елемента 5, яка забезпечить бажану надійність удосконаленої системи, то більш раціональним є використання саме СКМ Maple (рис. 3). Обмеження інструментарію MS Excel стосується більшої формалізації задачі та аналітичного визначення надійності елемента 5.

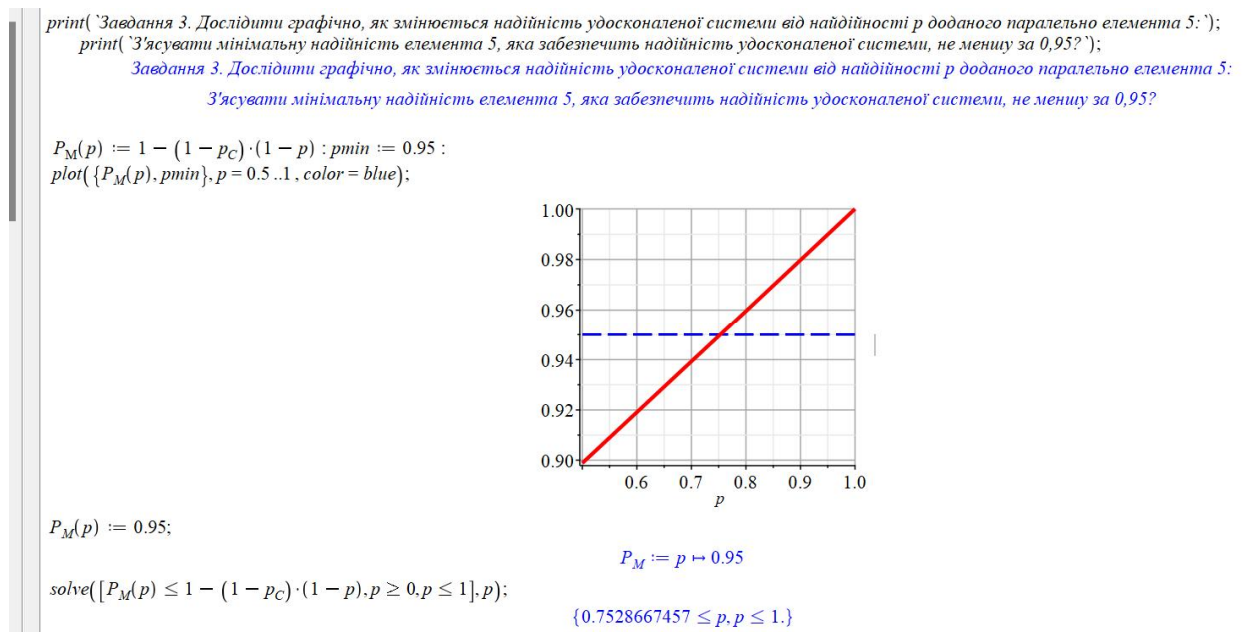


Рис.3. Додаткові дослідження в рамках прикладу 1 в СКМ Maple

Як зазначалося вище, можливості працювати з умовами задачі в загальному вигляді, а також обчислення визначених та кратних інтегралів, графічного представлення областей, обмежених кривими з аналітичним визначенням точок їх перетину, притаманні саме СКМ Maple, що широко використовується під час навчання інженерній математиці. І саме ці переваги у порівнянні з MS Excel можна використовувати для розв'язання задач на обчислення геометричної ймовірності на площині та у просторі [13, 14]. Наведемо приклад такої задачі з запропонованим фрагментом автоматизованого розрахунку та геометричної ілюстрації.



Приклад 2. Знайти ймовірність потрапити в зону ураження вибухових речовин, якщо місто знаходження (x, y) обирається випадково в межах прямокутника з вершинами в точках $(0,0)$, $(0,2)$, $(3,2)$ та $(3,0)$, а зона ураження має форму кола з центром в точці $(3, 3)$ радіусу $\sqrt{5}$.

Розв'язання.

Основні проблеми при розв'язанні даного прикладу стосуються першого етапу розв'язання задачі на геометричну ймовірність, а саме побудови області інтегрування прикладу (рис. 4).

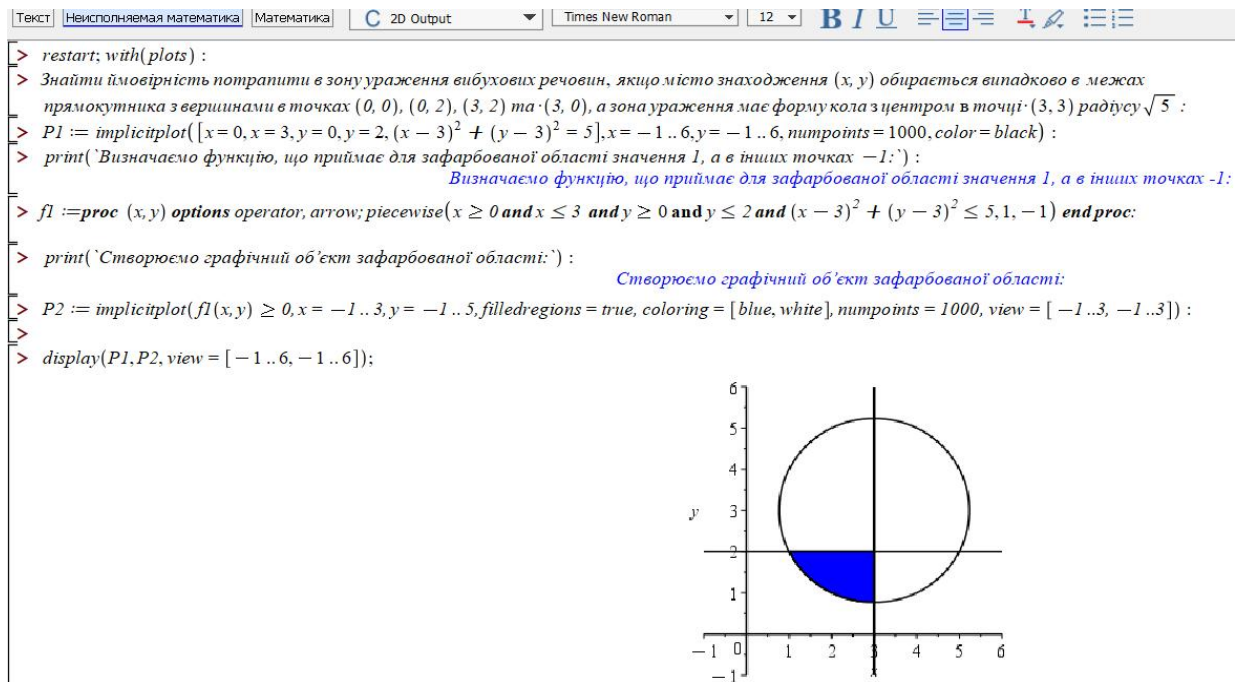


Рис.4. Побудова області інтегрування прикладу 2 в СКМ Maple

Використовуючи геометричну інтерпретацію першого етапу розв'язання, переходимо до визначення точок перетину кола та меж прямокутника для отримання меж інтегрування у визначеному інтегралі. Це дозволяє розрахувати геометричну ймовірність та проаналізувати результат розв'язання заданої прикладної задачі (рис. 5).



```
> print('Знаходимо точки перетину кола та прямої y=2 для визначення меж інтегрування у визначеному інтегралі для обчислення S1:') :  
Знаходимо точки перетину кола та прямої y=2 для визначення меж інтегрування у визначеному інтегралі для обчислення S1:  
> eqs := {y=2, (x-3)^2 + (y-3)^2 = 5} : y1(x) := 3 - sqrt(5 - (x-3)^2) : y2(x) := 2 : a := 2 : b := 3 :  
> solve(eqs, [x, y]);  
[[x = 1, y = 2], [x = 5, y = 2]]  
> print('Знаходимо площу прямокутника S та площу замальованої фігури S1:') :  
Знаходимо площу прямокутника S та площу замальованої фігури S1:  
> S := a*b; S1 := evalf(integral(y2(x)-y1(x) dx, 5));  
S := 6  
S1 := 1.7680  
> print('Знаходимо шукану ймовірність p(A):') : P(A) = S1/S;  
Знаходимо шукану ймовірність p(A):  
P(A) = 0.2946666667
```

Рис.5. Розв'язання прикладу 2 в СКМ Maple

Слід зазначити, що інструментів у MS Excel, які б дозволили вирішити подібні задачі на геометричну ймовірність на площині та у просторі, немає, тому запропонований автоматизований розрахунок в СКМ Maple демонструє перспективи застосування цього програмного засобу в тому числі і для інших задач, де вимагається застосування інтегрального числення. До таких типів можна віднести задачі на випадкові неперервні одновимірні та двовимірні величини та визначення їх числових характеристик. В перспективі планується провести аналіз доцільності використання СКМ Maple для розв'язання статистичних задач та порівняльний аналіз з можливостями використання MS Excel з виробленням відповідних рекомендацій.

Висновки. Активне впровадження сучасних програмних засобів під час викладання дисциплін з математичною складовою, в тому числі теорії ймовірностей забезпечить формування інформаційно-комунікаційної компетентності майбутнього фахівця. З огляду на широке застосування в навчальному процесі у вишій школі табличного процесору MS Excel та системи комп'ютерної математики Maple, слід більш детально проаналізувати їх можливості, в тому числі у порівнянні один з одним. Запропоноване одночасне застосування даних програмних засобів для розв'язання задачі з



дослідження надійності схеми дозволило провести порівняльний аналіз доцільності та раціональності їх застосування. Увагу звернуто на візуальний вигляд умови та символічного представлення розв'язання задачі, трудоміцкості та можливість використання розрахункових блоків як складових для іншої розрахункової схеми. Для розрахункових завдань з алгебри подій обидва програмних засоби рекомендовано до використання за бажанням здобувачів та рівнем їх навичок роботи в кожному з них. Для задач на обчислення геометричної ймовірності на площині та у просторі та таких, що вимагають обчислення визначених чи подвійного інтегралу рекомендовано використання СКМ Maple.

Список використаних джерел

1. Співаковський О.В. Теорія і практика використання інформаційних технологій у процесі підготовки студентів математичних спеціальностей: монографія. Херсон : Айлант, 2003. 228с.
2. Жалдак М.І., Горошко Ю.В., Вінниченко Є.Ф. Математика з комп'ютером. Посібник для вчителів. 3-тє вид. Київ : Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. 315 с.
3. Михалевич В.М. Використання систем комп'ютерної математики у процесі навчання студентів ВНЗ : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2016. 279 с.
4. 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).
5. Бусарова Т.М., Гришечкіна Т.С., Звонарьова О.В., Кузнецов В.М. Методи розв'язання задач вищої математики в пакеті MAPLE : навч. посіб. М-во освіти і науки України, Дніпров. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро, 2019. 222 с.



6. Стьопкін А.В. Лук'янова Д.Ю. Використання системи комп'ютерної математики при викладанні точних наук. Духовність особистості: методологія, теорія і практика, 2016. Вип. 2. С. 190-196.
7. Юнчик В. Федонюк А. Порівняльна характеристика функціональних можливостей систем комп'ютерної математики в процесі розв'язування задач [Електронний ресурс]. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Інформаційні системи та мережі, 2019. Вип. 6. С. 90-102. Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/VNULPICM_2019_6_10 (дата звернення: 08.08.2024).
8. Бишевец Н.Г., Омецинська Н.В., Юсипів Т.В. Теорія ймовірностей та математична статистика з використанням табличного процесора MS EXCEL: навч. посіб. Таврійський національний університет імені В.І. Вернадського. Одеса : Гельветика, 2021. 233 с.
9. 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.
10. Добранюк Ю.В., Михалевич В.М., Коломієць А.А., Козак О.М. Застосування СКМ Maple для побудови 3D графіків в задачах обчислення об'єму фігур. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 2022. № 2. С. 115-123.
11. Бусарова Т.М., Гришечкіна Т.С., Звонарьова О.В., Кузнецов В.М. Методи розв'язання задач вищої математики в пакеті MAPLE : навч. посіб. М-во освіти і науки України, Дніпров. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро, 2019. 222 с.
12. Грудкіна Н. С., Костіков О. А., & Ровенська О. Г. До питання формування дослідницької компетентності здобувачів вищої освіти в процесі



розв'язання задач з теорії ймовірності. Педагогічна Академія: наукові записки, 2024, (10). doi: <https://doi.org/10.5281/zenodo.13891974>.

13. Добранюк Ю.В., Михалевич В.М., Коломієць А.А., Козак О.М. Застосування СКМ Maple для побудови 3D графіків в задачах обчислення об'єму фігур. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 2022. № 2. С. 115-123.

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