

Семеніхіна О.,

докторка педагогічних наук, професорка,
професорка кафедри інформатики
фізико-математичного факультету
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
email: e.semenikhina@fizmatsspu.sumy.ua

ORCID iD 0000-0002-3896-8151

Шамоня В.,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики
фізико-математичного факультету
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
email: shamonawg@gmail.com

ORCID iD 0000-0002-3201-4090

Сорока М.,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
аспірант кафедри інформатики
фізико-математичного факультету
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
email: ms.mikro.1@gmail.com

ORCID iD 0009-0001-2353-692X

Юрченко А.,

кандидат педагогічних наук, доцент,
доцент кафедри інформатики
фізико-математичного факультету
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
email: a.yurchenko@fizmatsspu.sumy.ua

ORCID iD 0000-0002-6770-186X

Хворостіна Ю.,

кандидат фізико-математичних наук, доцент,
доцент кафедри математики, фізики та методик їх навчання
фізико-математичного факультету
Сумського державного педагогічного університету імені А. С. Макаренка
email: y-y-y@fizmatsspu.sumy.ua

ORCID iD 0000-0002-8354-944X

ПРОГРАМНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕТОДУ МОНТЕ-КАРЛО В MARLE ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ НАВИЧОК

Анотація. У статті розглядається дидактичний потенціал використання методу Монте-Карло в середовищі комп'ютерної математики Marle як засобу формування обчислювальних навичок студентів. Показано, що програмна реалізація чисельного інтегрування стохастичними методами дозволяє ефективно інтегрувати зміст курсів «Методи обчислень» і «Програмування», сприяючи розвитку міжпредметних компетентностей, обчислювального мислення, просторової уяви та навичок критичного аналізу похибок. У ході дослідження було реалізовано лабораторне завдання, в межах якого студенти виконували обчислення подвійного інтеграла методом Монте-Карло двома способами: через усереднення значень функції в області та через геометричну інтерпретацію об'єму під графіком функції. Обидва підходи супроводжувалися візуалізацією процесу, що сприяло кращому розумінню суті методу та структури алгоритму. Застосування Marle як навчального інструмента дозволило мінімізувати складність реалізації алгоритму та зосередити увагу на математичному і логічному змісті задачі. Результати педагогічного спостереження засвідчили зростання рівня обґрунтованості дій студентів, розширення спектра їх самостійних дій у модифікації алгоритму, формування вмінь

оцінювати точність результатів і проводити аналітичний супровід чисельних розрахунків. Запропонований підхід є придатним до масштабування, адаптації до різних рівнів складності та використання в процесі підготовки фахівців математичного, інженерного та IT-профілю. Стаття також окреслює перспективи подальших досліджень, пов'язаних із впровадженням аналітичних методик у середовищах Python, MATLAB та інших програмних платформах з акцентом на алгоритмічне мислення і візуально-орієнтоване навчання.

Ключові слова: метод Монте-Карло; Maple; обчислювальні навички; стохастичні методи; інтегрування; візуалізація; програмування; чисельні методи; алгоритмізація; міжпредметна інтеграція; інформатика; освіта.

© Семеніхіна О., Шамо́ня В., Сорока М., Юрченко А., Хворостіна Ю., 2025

© Київський столичний університет імені Бориса Грінченка, 2025

Вступ. Сучасна система математичної та інформатичної освіти вимагає нових підходів до формування обчислювального мислення студентів, що включає не лише знання алгоритмів і методів розв'язання задач, а й вміння застосовувати програмні засоби для їх реалізації. Однією з актуальних тенденцій у викладанні прикладної математики та програмування є інтеграція математичних методів обчислень із засобами алгоритмізації та візуалізації результатів, що значно підвищує якість засвоєння матеріалу, дозволяє поглибити розуміння суті чисельних методів і підвищує мотивацію здобувачів освіти.

Метод Монте-Карло як один із найвідоміших стохастичних методів знаходить широке застосування у різних галузях науки й техніки для оцінювання значень інтегралів, розв'язування рівнянь та моделювання складних процесів. Його особливістю є використання генераторів випадкових чисел для наближеного обчислення математичних характеристик. Разом з тим, метод потребує правильного алгоритмічного супроводу і може стати основою для ефективного поєднання курсів «методи обчислень» і «програмування», особливо в контексті формування стійких практичних навичок. Згідно з дослідженнями (Khvorostina et al., 2025; Rudenko et al., 2022), така інтеграція забезпечує кращу дидактичну ефективність та сприяє формуванню міжпредметних компетентностей.

Однак практика викладання показує, що студенти часто сприймають методи обчислень як суто теоретичні, абстрактні конструкції, не пов'язані безпосередньо з програмною реалізацією. Водночас у курсах програмування акцент часто робиться на синтаксис і структури даних, уникаючи математичного змісту завдань. Унаслідок цього формується фрагментарне сприйняття навчального матеріалу та недостатній рівень готовності до вирішення комплексних прикладних задач, що потребу-

ють поєднання математичних методів і навичок програмування.

Використання Maple як середовища, яке поєднує символічні обчислення, чисельні методи та графічну візуалізацію, дозволяє створити умови для інтегрованого засвоєння змісту двох дисциплін. Завдяки можливостям візуального супроводу та високого рівня автоматизації обчислювальних процедур, програмна реалізація методу Монте-Карло в середовищі Maple може слугувати ефективним інструментом не лише для ілюстрації роботи алгоритмів, а й для самостійного опрацювання задач студентами з подальшим осмисленням отриманих результатів і похибок.

Проблема, яка потребує дослідження, полягає в тому, як організувати навчальну діяльність із застосуванням стохастичних методів обчислення у програмному середовищі таким чином, щоб вона не лише забезпечувала опанування теоретичних положень методу, а й сприяла розвитку обчислювальних навичок, критичного аналізу похибок та вміння моделювати математичні задачі засобами програмування.

Аналіз актуальних досліджень. Питання інтеграції математичних методів обчислень і програмування у вищій та загальній середній освіті привертає дедалі більше уваги дослідників, оскільки пов'язане з формуванням гнучких міжпредметних компетентностей, що є основою сучасної цифрової грамотності. У науковій літературі акцентується на необхідності формування обчислювального мислення, що включає здатність формалізувати задачу, визначати алгоритм її розв'язання, реалізовувати обчислювальні методи засобами програмування і критично оцінювати результати (Кобильник та ін., 2021).

Суттєвий внесок у розвиток теоретико-методичних засад навчання програмування зроблено дослідниками, які вказують на ефективність навчання через постановку мате-

матичних завдань і візуалізацію результатів (Пенко & Пенко, 2023). Такі завдання мають моделювальний характер і передбачають багатоступеневу аналітичну та програмну діяльність, що відповідає принципам інтегрованого навчання. У статті (Khvorostina et al., 2025) підкреслено зв'язок між вивченням математики та програмування, зокрема через реалізацію чисельних методів, які можуть бути основою для розвитку алгоритмічного стилю мислення студентів. Особливе місце в цьому процесі займає навчання майбутніх учителів, які мають не лише оволодіти методами програмування, а й навчитися використовувати їх для розв'язання математичних задач різного рівня складності.

Ряд досліджень також підкреслює важливість використання інструментальних програмних середовищ, які дозволяють поєднати символічні та чисельні обчислення з графічним відображенням процесів. Наприклад, Yu. Rudenko et al. (2022) акцентують на доцільності навчання програмуванню в середовищах, що забезпечують візуалізацію результатів, оскільки це сприяє глибшому розумінню суті алгоритмів. Подібну думку висловлює й Є. Демент'єв, В. Шамоня та О. Семеніхіна (2025), які наголошують, що середовище навчання має підтримувати експериментування, рефлексію та інтерпретацію результатів, що є основою конструктивістського підходу до навчання.

Крім того, дослідження О. Семеніхіної та Ю. Руденко (2018) й А. Юрченко та ін. (2019) виявляють поширені труднощі, пов'язані з недостатнім засвоєнням принципів алгоритмізації в старшій школі, що знижує рівень готовності здобувачів освіти до глибшого опанування математичних методів програмного моделювання у ЗВО. Це посилює потребу в розробці методик, які б формували ці навички вже на базовому рівні, використовуючи прикладні задачі, наближені до реального досвіду.

Також слід відзначити новітні підходи до вивчення програмування за участі штучного інтелекту (Чайка & Ярошук, 2025), які, попри інноваційність, не повинні підмінювати розуміння математичних основ програмування, зокрема чисельних методів. Тому саме стохастичні методи, як метод Монте-Карло, мають значний дидактичний потенціал, оскільки дозволяють поєднати елементи теорії й практики, програмування та аналізу похибок.

Таким чином, аналіз наукових публікацій підтверджує актуальність дослідження, спрямованого на створення методики формування обчислювальних навичок через реалізацію сто-

хастичних методів у програмному середовищі, зокрема на прикладі методу Монте-Карло в Maple. Це дозволяє не лише поглибити знання студентів з методів чисельного інтегрування, а й сприяє розвитку здатності до алгоритмізації, використання програмних засобів та візуалізації результатів, що є ключовими складовими сучасної математико-інформатичної підготовки.

Мета і методи дослідження. Метою даного дослідження є обґрунтування та експериментальна перевірка можливостей застосування методу Монте-Карло в середовищі Maple як засобу формування обчислювальних навичок у процесі інтегрованого вивчення математичних методів та основ програмування. Така постановка мети зумовлена потребою забезпечити практичну орієнтованість математичної підготовки майбутніх фахівців, розвивати їх алгоритмічне мислення та здатність до застосування стохастичних методів у контексті реальних задач.

Для досягнення мети були визначені такі завдання: (1) розробити навчальне завдання, що моделює обчислення подвійного визначеного інтеграла методом Монте-Карло у двох варіаціях (усереднення значень функції та об'єм геометричного тіла); (2) реалізувати обидва алгоритми засобами мови Maple із візуалізацією процесу; (3) організувати виконання лабораторної роботи студентами технічних спеціальностей; (4) зібрати і проаналізувати результати виконання, зокрема рівень розуміння алгоритму, точність розрахунків, сформованість навичок аналізу похибок та самостійної модифікації коду.

Методологічну основу дослідження становить поєднання кількісного та якісного аналізу. Зокрема, було використано елементи педагогічного експерименту з метою виявлення змін у рівні засвоєння теми після виконання завдань, що поєднують математичні розрахунки та програмну реалізацію. Для оцінки рівня сформованості обчислювальних навичок було запропоновано студентам розв'язати додаткове завдання з оцінюванням точності наближеного результату та графічним представленням області інтегрування. Крім того, проводилося самооцінювання рівня впевненості у використанні методу Монте-Карло та розуміння алгоритму після виконання завдання.

Практична частина дослідження реалізована у формі лабораторної роботи з використанням середовища Maple, що поєднує символічні та чисельні обчислення, можливості генерації випадкових чисел, побудови графіків

та обробки масивів. Було використано стандартні засоби створення псевдовипадкових чисел, візуалізації області інтегрування, побудови тривимірної моделі функції та підрахунку кількості точок, що потрапили в тіло інтегрування.

Метод Монте-Карло реалізовано у двох варіантах. У першому варіанті наближене значення інтеграла визначалося через усереднення значень функції у випадкових точках області інтегрування. У другому оцінювався об'єм тіла, обмеженого функцією та площиною $z=0$, через частку точок, що потрапляють під графік функції. Обидва методи супроводжувалися візуалізацією у вигляді дво- та тривимірних точкових графіків, що сприяло формуванню просторових уявлень та підвищувало наочність обчислювального процесу.

Таким чином, застосовані методи дозволили не лише реалізувати чисельне обчислення інтегралів стохастичним методом, але й забезпечити умови для розвитку навичок

аналізу, моделювання, інтерпретації результатів, що в комплексі свідчить про доцільність використання подібних завдань для інтеграції курсів «Методи обчислень» та «Програмування».

Результати дослідження. Практична реалізація методу Монте-Карло здійснювалася у форматі лабораторної роботи, яка передбачала обчислення подвійного визначеного інтеграла на заданій області двома способами: через усереднення значень функції у випадкових точках та через оцінку об'єму тіла, обмеженого поверхнею функції. Завдання передбачало не лише чисельні обчислення, а й побудову графічного супроводу, аналіз похибок, модифікацію алгоритму для різної кількості точок та самостійне обчислення інтеграла іншою функцією.

На рисунку (рис. 1) подано візуальний супровід розв'язання $\int_0^1 dx \int_{x^2}^{\sqrt{x}} (x+y) dy$ у середовищі СКМ.

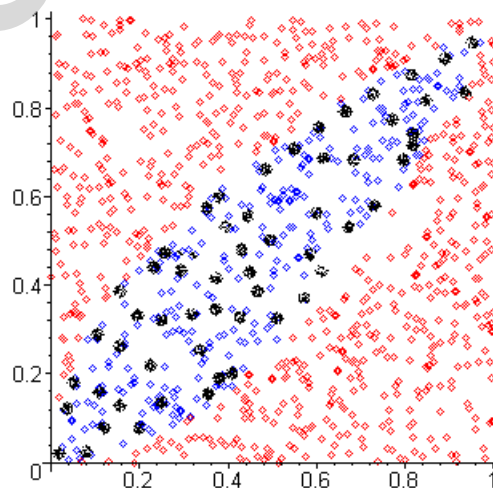
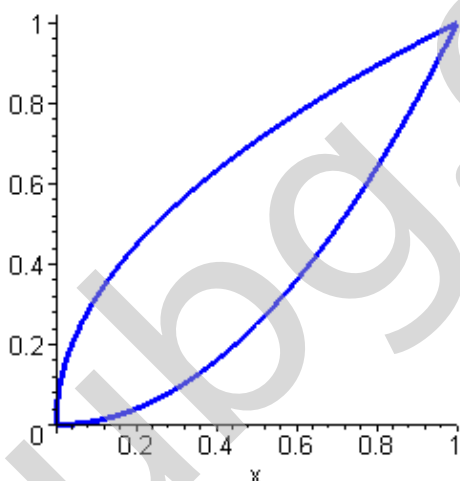


Рис. 1. Візуальний супровід розв'язання у середовищі СКМ

Візуалізація результатів першого методу забезпечувала кольорове представлення точок, що потрапили у область (сині), і тих, що не потрапили (червоні), що сприяло осмисленню просторового характеру інтегрування.

Другий метод передбачав генерацію тривимірних точок з координатами (x, y, z) , де значення z генерувалося з урахуванням мінімального і максимального значень функції на області інтегрування. Тут наводимо фрагмент коду (послідовність команд, рис. 2).

У завданні № 2 студенти мали самостійно реалізувати метод Монте-Карло для одновимірного інтеграла заданої функції на інтервалі $[0; 1]$, використовуючи рівномірно розподілені точки. Це дозволило перевірити сформованість не лише розуміння алгоритму, але й уміння модифікувати його під нові умови. У більшості студентських робіт спостерігалася правильна реалізація як обчислювального алгоритму, так і аналітичної частини: оцінювання точного значення інтеграла, похибки, аналіз розбіжності між підходами.


```

>m:=minimize(f,x=0..1,y=0..1);
                                     m:=0
>M:=maximize(f,x=0..1,y=0..1);
                                     M:=2

>k:=0:>q:='q':
>for p from 1 to 4 do
>n:=10^p/2:
>for i from 1 to n do
>x[i]:=rand()/1e12:y[i]:=rand()/1e12:
>z[i]:=m+(M-m)*rand()/1e12:
>if y[i]>evalf(subs(x=x[i],y1)) and
y[i]<evalf(subs(x=x[i],y2)) and
z[i]<evalf(subs(x=x[i],y=y[i],f))
then k:=k+1:q[i]:=pointplot3d([x[i],y[i],z[i]]),
color=blue,symbol=CIRCLE,axes=BOXED):
else q[i]:=pointplot3d([x[i],y[i],z[i]]),
color=grey,symbol=CIRCLE,axes=BOXED):
>fi: od:
>K:=k:>T_m_k:=(M-m)*k/n;display(convert(q,list));
>od;

```

Рис. 2. Послідовність команд для другого методу

Загалом результати виконання завдань свідчать про досягнення навчальних цілей: студенти набули навичок програмної реалізації стохастичних методів, розвинули вміння працювати з генераторами випадкових чисел, аналізувати похибки, здійснювати просторову візуалізацію і самостійно адаптувати загальні алгоритми під конкретні задачі. Таким чином, було підтверджено ефективність використання методу Монте-Карло в Maple як інструмента формування обчислювальних навичок та інтеграції математичних і програмних дисциплін.

Обговорення. Отримані результати свідчать про значний дидактичний потенціал реалізації методу Монте-Карло в навчальному процесі, особливо в контексті інтеграції дисциплін математичного і програмного циклів. Емпіричні дані, отримані під час виконання лабораторної роботи, дозволяють зробити низку узагальнень щодо ефективності такої інтеграції як засобу формування обчислювальних навичок та аналітичного мислення здобувачів освіти.

По-перше, важливо відзначити, що реалізація чисельних методів у Maple сприяє глибшому розумінню не лише математичної суті обчислюваної задачі, але й структури самого алгоритму. Завдяки можливості візуального представлення області інтегрування та побудови графіків функцій, студенти мають змогу встановити зв'язок між аналітичним описом задачі та її геометричним змістом. Такий підхід активізує когнітивні процеси, пов'язані з просторовим мисленням, та формує цілісне

уявлення про сутність обчислювальних процедур, що узгоджується з висновками досліджень В. Пенко і О. Пенка (2023).

По-друге, метод Монте-Карло, за своєю природою ймовірнісного наближення, вимагає розуміння концептів випадковості, варіативності, похибки та статистичної стабільності. Робота з цими поняттями сприяє розвитку критичного мислення: студенти навчаються оцінювати точність результатів, проводити рефлексію над ефективністю методу, зіставляти наближене і точне значення. Застосування двох варіантів методу (усереднення та об'ємна інтерпретація) дозволило побачити, що навіть одна й та сама задача може бути розв'язана з різних підходів, кожен з яких має свою обчислювальну специфіку та наочну інтерпретацію.

По-третє, в контексті розвитку програмних навичок використання Maple дозволяє уникнути надмірного технічного навантаження, пов'язаного із синтаксисом мов загального призначення, та зосередитися на побудові алгоритму та логіці програмування. Це є особливо цінним на етапі початкового формування алгоритмічного стилю мислення, коли головною метою є засвоєння принципів побудови послідовних обчислювальних процедур. Як зазначає Кобильник та ін. (2021), саме здатність учнів чи студентів бачити алгоритм у математичній задачі є базовою передумовою для подальшого опанування програмування як діяльності.

Варто також підкреслити, що лабораторна робота має потенціал бути адаптованою до різних рівнів складності: від базового із фік-

сованими вхідними даними, до просунутого із можливістю варіювання області інтегрування, функцій, кількості точок, аналізу похибок. Така адаптивність відповідає принципам персоналізованого навчання та створює умови для поступового нарощування складності, що є актуальним як у середній школі, так і в закладах вищої освіти.

Нарешті, важливо відзначити роль інтерактивності та візуального зворотного зв'язку у процесі формування обчислювальних навичок. Зміна кольору точок залежно від їх належності до області інтегрування або до об'єму під графіком функції створює момент негайної перевірки правильності побудованої моделі, що сприяє розвитку рефлексивного компонента навчальної діяльності. Це підтверджується вітчизняними й міжнародними дослідженнями, які наголошують на значенні візуалізації у навчанні програмування як засобу зниження когнітивного навантаження та підвищення мотивації (Ou et al., 2023; Coşkunserçe, 2023).

Таким чином, реалізація методу Монте-Карло в Maple не тільки забезпечує засвоєння одного з ефективних чисельних методів, але й виступає інструментом розвитку обчислювального мислення, інтерпретаційних навичок, рефлексії та здатності до самостійного розв'язання прикладних задач. Отримані результати свідчать про доцільність подальшого впровадження подібних інтегрованих завдань у курси з програмування, чисельного аналізу, математичного моделювання та методів обчислень.

Висновки. У межах проведеного дослідження було обґрунтовано доцільність використання методу Монте-Карло як засобу інтеграції математичних методів обчислень і програмування з метою формування обчислювальних навичок студентів. Реалізація лабораторного завдання у середовищі Maple надала змогу забезпечити повний навчальний цикл: від постановки задачі до аналізу резуль-

тату з урахуванням статистичної похибки, що є характерним для методу Монте-Карло. Обидва варіанти реалізації через усереднення значень функції та через об'ємну інтерпретацію продемонстрували наочність та алгоритмічну гнучкість, дозволяючи адаптувати завдання до різних рівнів підготовки студентів.

Результати практичного впровадження засвідчили ефективність такої форми навчання для розвитку міжпредметних компетентностей. Студенти демонстрували здатність до самостійного програмного моделювання математичних об'єктів, аналізу похибок, візуального представлення обчислювального процесу та рефлексії над результатами. Візуалізація області інтегрування, використання кольорового маркування точок, а також побудова тривимірного зображення функції відіграли важливу роль у формуванні просторового мислення та глибшого розуміння суті обчислювального методу.

Інструментальні можливості Maple створили умови для зосередження уваги на сутнісних аспектах алгоритмізації задачі, без потреби вирішення додаткових технічних проблем, пов'язаних із синтаксисом мов програмування загального призначення. Це дозволило сформувати обчислювальні навички як частину професійної математичної грамотності, що відповідає сучасним вимогам до підготовки фахівців у галузях STEM.

Таким чином, розроблений і апробований підхід має потенціал до широкого впровадження в освітню практику не лише як засіб засвоєння конкретного методу чисельного інтегрування, а як модель формування алгоритмічної, програмної та обчислювальної компетентностей у майбутніх фахівців. Перспективи подальших досліджень вбачаються в порівняльному аналізі ефективності реалізації подібних методик у різних програмних середовищах (Python, MATLAB, R) та в розробці системи завдань із адаптивною складністю для підтримки індивідуальної траєкторії навчання.

ДЖЕРЕЛА

- Coşkunserçe O. Comparing the use of block-based and robot programming in introductory programming education: Effects on perceptions of programming self-efficacy. *Computer Applications in Engineering Education*, 2023. Vol. 31(5). Pp. 1234–1255. <https://doi.org/10.1002/cae.22637>
- Khvorostina Yu., Shamonia V., Semenikhina O. The connection between the study of mathematics and programming through the prism of scientific and pedagogical research. *Вісник науки та освіти*, 2025. Том (4)34. С. 932–945. [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-4\(34\)-932-945](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-4(34)-932-945)
- Ou Q., Liang W., He Z., Liu X., Yang R., Wu X. Investigation and analysis of the current situation of programming education in primary and secondary schools. *Heliyon*, 2023. Vol. 9(4). No e15530. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15530>

Rudenko Y., Drushlyak M., Osmuk N., Shvets O., Kolyshkin O., Semenikhina O. Problems of Teaching Pupils of Non-Specialized Classes to Program and Ways to Overcome Them: Local Study. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 2022. Vol. 22(1). Pp. 105–112. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.1.16>

Дементьев Е., Шамоня В., Семеніхіна О. Підготовка ІТ-фахівців до створення мобільних додатків: огляд актуальних досліджень. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2022. Том 13, №1. С. 7–14. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i1-001>

Кобильник Т., Когут У., Жидик В. Методичні аспекти вивчення основ алгоритмізації і програмування мовою Python у шкільному курсі інформатики у старших класах. *Фізико-математична освіта*, 2021. Том 31, №5. С. 36–44. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-006>

Пенко В., Пенко О. Використання візуалізації на різних етапах вивчення дисципліни «Програмування». *Освіта. Інноватика. Практика*, 2023. Том 11, №2. С. 31–39. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol11i2-005>

Семеніхіна О. В., Руденко Ю. О. Проблеми навчання програмувати учнів старших класів та шляхи їх подолання. *Інформаційні технології і засоби навчання*, 2018. Том 66(4). С. 54–64.

Чайка В., Ярошук І. Штучний інтелект як засіб створення і реалізації індивідуальних програм розвитку дітей з особливими освітніми потребами. *Освіта. Інноватика. Практика*, 2025. Том 13, №6. С. 69–79. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i6-010>

Юрченко А. О., Семеніхіна О. В., Хворостіна Ю. В., Удовиченко О. М. Навчання програмувати в старшій школі крізь призму чинних навчальних програм. *Фізико-математична освіта*, 2019. Вип. 2(20), Ч.2. С. 47–54.

REFERENCES

Coşkunserçe, O. (2023). Comparing the use of block-based and robot programming in introductory programming education: Effects on perceptions of programming self-efficacy. *Computer Applications in Engineering Education*, 31(5), 1234–1255. <https://doi.org/10.1002/cae.22637>

Khvorostina, Yu., Shamonia, V., & Semenikhina, O. (2025). The connection between the study of mathematics and programming through the prism of scientific and pedagogical research. *Bulletin of Science and Education*, (4)34, 932–945. [https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-4\(34\)-932-945](https://doi.org/10.52058/2786-6165-2025-4(34)-932-945)

Ou, Q., Liang, W., He, Z., Liu, X., Yang, R., & Wu, X. (2023). Investigation and analysis of the current situation of programming education in primary and secondary schools. *Heliyon*, 9(4), e15530. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15530>

Rudenko, Y., Drushlyak, M., Osmuk, N., Shvets, O., Kolyshkin, O., & Semenikhina, O. (2022). Problems of Teaching Pupils of Non-Specialized Classes to Program and Ways to Overcome Them: Local Study. *International Journal of Computer Science and Network Security*, 22(1), 105–112. <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2022.22.1.16>

Diementiev, Ye., Shamonia, V., & Semenikhina, O. (2025). Pidhotovka IT-fakhivtsiv do stvorennia mobilnykh dodatkov: ohliad aktualnykh doslidzhen [Preparing IT specialists for mobile application creating: a review of current research]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka — Education. Innovation. Practice*, 13(1), 7–14. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i1-001> [in Ukrainian]

Kobylnyk, T., Kohut, U., & Zhydyk, V. (2021). Metodichni aspekty vyvchennia osnov alhorytmizatsii i prohramuvannia movoiu Python u shkilnomu kursu informatyky u starshykh klasakh [Methodical aspects of studying the fundamentals of algorithmization and programming language Python school course in informatics in high school]. *Fizyko-matematychna osvita — Physical and Mathematical Education*, 31(5), 36–44. <https://doi.org/10.31110/2413-1571-2021-031-5-006> [in Ukrainian]

Penko, V., & Penko, O. (2023). Vykorystannia vizualizatsii na riznykh etapakh vyvchennia dystsypliny «Prohramuvannia» [Using visualization at different stages of studying the discipline «Programming»]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka — Education. Innovation. Practice*, 11(2), 31–39. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol11i2-005> [in Ukrainian]

Semenikhina, O. V., & Rudenko, Yu. O. (2018). Problemy navchannia prohramuvaty uchniv starshykh klasiv ta shliakhy yikh podolannia [Problems of teaching programming to high school students and ways to overcome them]. *Informatsiini tekhnolohii i zasoby navchannia — Information technologies and teaching aids*, 66(4), 54–64. [in Ukrainian]

Chaika, V., & Yaroshchuk, I. (2025). Shtuchnyi intelekt yak zasib stvorennia i realizatsii indyvidualnykh prohram rozvytku ditei z osoblyvymy osvitimy potrebamy [Artificial intelligence as a tool for developing and implementing individual development programs for children with special educational needs]. *Osvita. Innovatyka. Praktyka — Education. Innovation. Practice*, 13(6), 69–79. <https://doi.org/10.31110/2616-650X-vol13i6-010> [in Ukrainian]

Yurchenko, A. O., Semenikhina, O. V., Khvorostina, Yu. V., & Udovychenko, O. M. (2019). Navchannia prohramuvaty v starshii shkoli kriz pryzmu chynnykh navchalnykh prohram [Learning to program in high school through the prism of current curricula]. *Fizyko-matematychna osvita — Physical and Mathematical Education*, 2(20), 2, 47–54. [in Ukrainian]

Semenikhina O., Shamonia V., Soroka M., Yurchenko A., Khvorostina Yu.

SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE MONTE CARLO METHOD IN MAPLE AS A TOOL FOR DEVELOPING COMPUTATIONAL SKILLS

Abstract. The article examines the didactic potential of using the Monte Carlo method within the Maple computer mathematics environment as a means of developing students' computational skills. It is demonstrated that the software implementation of numerical integration through stochastic methods allows for the effective integration of the content of the courses Numerical Methods and Programming, promoting the development of interdisciplinary competencies, computational thinking, spatial imagination, and skills in critical error analysis. During the study, a laboratory task was implemented in which students performed the calculation of a double integral using the Monte Carlo method in two ways: by averaging the values of the function over the domain and through the geometric interpretation of the volume under the surface of the function. Both approaches were accompanied by process visualization, which contributed to a better understanding of the method's essence and the algorithm's structure.

The use of Maple as a learning tool made it possible to minimize the complexity of algorithm implementation and focus students' attention on the mathematical and logical content of the problem. The results of pedagogical observation revealed an increase in the substantiation level of students' actions, an expansion of their ability to independently modify algorithms, and the formation of skills in evaluating the accuracy of results and conducting analytical support for numerical calculations.

The proposed approach is scalable, adaptable to various levels of complexity, and applicable in the training of students in mathematics, engineering, and IT fields. The article also outlines prospects for further research related to the implementation of similar methods in environments such as Python and MATLAB, emphasizing algorithmic thinking and visually oriented learning.

Keywords: Monte Carlo method, Maple, computational skills, stochastic methods, integration, visualization, programming, numerical methods, algorithmization, interdisciplinary integration, informatics, education.

Стаття надійшла до редакції 14.10.2025
Прийнято до друку 28.10.2025