

Використання методу моделювання на уроках реалізовує діяльнісний потенціал природничої галузі. А подальше використання моделей – компетентісний. Дані моделі можуть бути створені як індивідуально, так і надалі використовуватися в груповій роботі. А оформлення зовнішнього вигляду кожної моделі дозволяє реалізувати особистісно-орієнтований підхід.

Можемо зробити висновок, що моделювання – перспективний метод для використання на уроках, що допомагає в реалізації базових підходів Концепції Нової української школи. Складність моделі можна варіювати та адаптувати до різних вікових груп та різних рівень умінь здобувачів освіти.

Список використаних джерел

1. Дидактика географії: монографія (електронна версія) / В. М. Самойленко, О. М. Топузов, Л. П. Вішнікіна, І. О. Діброва. К.: Ніка-Центр, 2013. 570 с.
2. Квадрант. Головна сторінка Українського астрономічного порталу. URL: <http://www.astrosvit.in.ua/astroslovnyk/kvadrant-k> (дата звернення: 04.11.2025).
3. Концепція «Нова українська школа». URL: [https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna %20serednya/nova-ukrainskashkola-compressed.pdf](https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna_%20serednya/nova-ukrainskashkola-compressed.pdf). (дата звернення: 04.11.2025).
4. Teaching Resources & Lesson Plans. TPT. *Teaching Resources & Lesson Plans. TPT*. URL: <https://www.teacherspayteachers.com/> (дата звернення: 04.11.2025).

СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФРАКТАЛІВ ЗАСОБАМИ МОВИ ПРОГРАМУВАННЯ ПАЙТОН

Джигринюк Степан Русланович

здобувач другого рівня вищої освіти, спеціальність Середня освіта(Математика)
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
stepan1992druk@gmail.com

Гоменюк Ганна Володимирівна

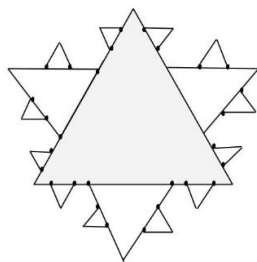
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри математики та методики її навчання
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
homenyuk_hanna@tnpu.edu.ua

У сучасних умовах розвитку освіти в Україні, з урахуванням концепції Нової української школи (НУШ), особлива увага приділяється формуванню навичок програмування та обчислювального мислення в учнів. Класичні підходи до вивчення геометрії часто обмежуються теоретичними аспектами, без практичного застосування цифрових інструментів. Мова Python, завдяки своїй доступності та бібліотекам для візуалізації, може стати засобом для моделювання складних геометричних структур, таких як фрактали. Однак відсутність адаптованих методик для шкільного рівня призводить до недооцінки потенціалу цього інструменту. Актуальним є розробка підходів до створення фрактальних моделей у Python, що сприятиме інтеграції інформатики з математикою та розвитку креативності учнів у рамках STEM-підходу.

Геометричні фрактали, що характеризуються рекурсією та масштабною інваріантністю, ефективно моделюються в Python за допомогою бібліотек, таких як Turtle для простої графіки та Matplotlib для складних візуалізацій. Це дозволяє учням експериментувати з параметрами та спостерігати динаміку структур, сприяючи глибшому розумінню математичних концепцій. Переваги методу

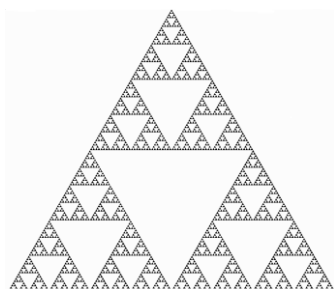
включають посилення практичних умінь, стимулювання логічного аналізу та застосування в реальних задачах.

Одним із базових прикладів є крива фон Коха, яка ілюструє принцип нескінченного поділу. У Python її реалізують через рекурсивну функцію з використанням Turtle: спочатку малюється прямий сегмент, потім він ділиться на три частини, а середня замінюється двома сторонами рівностороннього трикутника з поворотами на 60 градусів. Збільшення глибини рекурсії призводить до зростання складності фігури, демонструючи фрактальну природу з дробовою розмірністю (приблизно 1.2619, обчисленою як $\log(4)/\log(3)$). Такий підхід допомагає учням освоїти цикли та умовні оператори.



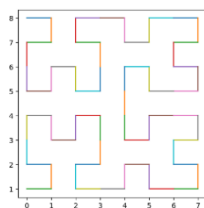
Мал. 1. Крива фон Коха в Python

Іншим об'єктом є килим Серпінського — фрактал, утворений шляхом ітераційного видалення квадратів. За допомогою Matplotlib створюється сітка, де центральна частина кожного квадрата виключається рекурсивно. Код включає функцію для поділу на дев'ять менших квадратів з видаленням середнього, що повторюється на кількох рівнях. Розмірність тут становить $\log(8)/\log(3) \approx 1.8928$, і учні можуть самостійно розрахувати її в скрипті, розвиваючи навички роботи з масивами NumPy.



Мал. 2. Килим Серпінського, змодельований у Python

Для більш складних структур, як крива Гільберта, застосовується L-система в Python з Turtle: аксіома "L", правила заміни ("L -> +RF-LFL-FR+", "R -> -LF+RFR+FL-"), де символи керують рухом і поворотами на 90 градусів. Це фрактал простору-заповнення з розмірністю 2, корисний для демонстрації алгоритмів компресії даних. Учні варіюють ітерації, аналізуючи, як крива заповнює площину, що поєднує геометрію з інформатикою.



Мал. 3. Крива Гільберта в Python

Методика передбачає етапи: введення базових команд Python, написання простих скриптів, тестування та модифікацію. Наприклад, інтеграція з іншими дисциплінами — моделювання фрактальних антен у фізиці чи патернів зростання в екології. Використання середовищ як Jupyter Notebook полегшує візуалізацію, а завдання на варіювання параметрів (наприклад, кут повороту чи масштаб) розвивають дослідницькі здібності. Рекомендується впроваджувати через проєктні уроки, де учні створюють власні фрактали, наприклад, дерево Піфагора з гілками під кутами 45 градусів, обчислюючи довжини гілок за формулою $L_n = L_0 \times \left(\frac{\sqrt{2}}{2}\right)^n$.

Впровадження вимагає підготовки вчителів через вебінари та ресурсів, як безкоштовні онлайн-курси на платформах типу Coursera. Це узгоджується з НУШ, посилюючи цифрову грамотність і мотивацію через гейміфікацію — наприклад, конкурси на найкращу фрактальну модель.

Моделювання геометричних фракталів у Python є перспективним засобом оновлення навчального процесу, що поєднує теорію з кодуванням. Воно формує навички програмування, аналітичне мислення та практичне застосування математики, роблячи освіту більш інтерактивною. Майбутні напрямки — розробка мобільних додатків для фракталів, інтеграція з віртуальною реальністю та розширення на вищі рівні освіти для підготовки до професійних викликів.

Списки використаних джерел

1. Peitgen H.-O., Jürgens H., Saupe D. Chaos and Fractals: New Frontiers of Science. Springer, 2004. 984 p.
2. Sweigart A. Automate the Boring Stuff with Python. 2nd ed. No Starch Press, 2019. 592p.
3. VanderPlas J. Python Data Science Handbook. O'Reilly Media, 2016. 548 p.

СИМУЛЯТОРИ ЯК ІНСТРУМЕНТ ФОРМУВАННЯ ЦИФРОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Джуга Денис Євгенійович

здобувач другого рівня вищої освіти, спеціальність Комп'ютерні науки
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
dzhuga_dy@fizmat.tnpu.edu.ua

Мартинюк Сергій Володимирович

кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри інформатики та методики її навчання
Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка
sergmart65@tnpu.edu.ua

Цифровізація освіти потребує не лише використання сучасних технологій, а й формування у здобувачів освіти цифрових компетентностей – уміння ефективно застосовувати цифрові інструменти, працювати з інформацією, створювати та аналізувати цифровий контент. Одним з перспективних напрямів, що сприяє цьому процесу, є використання освітніх симуляторів, які поєднують практичну взаємодію, аналітичне мислення та креативність.