

УДК 004.92

## ГЕНЕРАЦІЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ СІТОК НА ОСНОВІ ФРАКТАЛЬНИХ СТРУКТУР І РЕКУРЕНТНИХ МОДЕЛЕЙ

DOI: 10.33842/2313-125X-2026-29-308-319

Шеліхова І. Б., канд. техн. наук,

[inessa.shelikhova@gmail.com](mailto:inessa.shelikhova@gmail.com), ORCID: 0000-0002-5637-1850

Краєвська О. О.,

[kraevsck@gmail.com](mailto:kraevsck@gmail.com), ORCID: 0000-0002-8460-958X

Литвинчук Д. Д.,

[inessa.shelikhova@gmail.com](mailto:inessa.shelikhova@gmail.com)*Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут" (м. Харків, Україна)*

*У статті розв'язано науково-практичне завдання формалізації та автоматизації процесу побудови складних композиційних структур для цифрового дизайну. Об'єктом дослідження є процеси генерації композиційних сіток, а предметом – математичні моделі на основі фрактальних структур та рекурентних алгоритмів. Метою роботи є розробка та програмна реалізація методів автоматизованої генерації дев'яти типів сіток (зокрема фрактальних, стохастичних та ітеративних) для підвищення варіативності та обґрунтованості дизайнерських рішень. У ході дослідження використано методи математичного моделювання, теорії фракталів та алгоритмічного проектування. Наукова новизна полягає в інтегрованому підході до параметризації фрактальних і рекурентних структур (килим Серпінського, бінарне розбиття, золотий перетин тощо) для потреб композиційного макетування, а також у визначенні формальних критеріїв їхньої придатності (щільність, симетрія, масштабованість). Доведено, що використання ітераційних моделей, таких як Quadtree та Binary Split, дозволяє досягти оптимального балансу між візуальною складністю та функціональною логікою інтерфейсу. Практичне значення результатів підтверджено розробкою спеціалізованого плагіна для середовища Figma (TypeScript, Figma Plugin API), який дозволяє автоматизувати створення адаптивних макетів і суттєво скорочує час підготовки первинних композиційних рішень у професійній діяльності UI/UX-дизайнерів.*

*Дослідження підкреслює актуальність поєднання теоретичних досягнень математичного моделювання з практичним інструментарієм дизайнера. Запропоновані алгоритми забезпечують системний підхід до побудови композиційних структур, що виходить за межі інтуїтивних або стандартних модульних рішень. У дослідженні запропоновано формалізовані критерії оцінки придатності моделей, які створюють основу для обґрунтованого вибору оптимальної сітки залежно від*

*функціонального призначення інтерфейсу та динамічності контенту. Проведений аналіз продемонстрував переваги фрактальних структур у створенні ієрархічних систем, що зберігають цілісність при масштабуванні. Реалізація у вигляді плагіна демонструє можливість інтеграції складних математичних структур у щоденну практику, забезпечуючи гармонійність пропорцій та гнучкість адаптації до контенту різної щільності. Отримані результати відкривають перспективи розширення бібліотеки генераторів, оптимізації алгоритмів для роботи з великими даними та інтеграції з інтелектуальними системами підтримки дизайнерських процесів, що формує підґрунтя для подальшого розвитку методів генеративного дизайну в сучасних цифрових середовищах.*

*Ключові слова: композиційні сітки, фрактальні структури, рекурентні алгоритми, генеративний дизайн, автоматизація проектування, Figma API, стохастичне розбиття, дерево квадрантів (quadtree), золотий перетин, килим Серпінського, UI/UX дизайн.*

**Постановка проблеми.** Стрімкий розвиток цифрових технологій та перехід візуальних комунікацій у віртуальне середовище висувають нові вимоги до швидкості й якості проектування графічних інтерфейсів. У сучасній індустрії UI/UX дизайну створення композиційної структури макета залишається одним із найбільш трудомістких етапів, що часто ґрунтується на інтуїтивному підході або використанні стандартних модульних сіток. Такі рішення не завжди забезпечують необхідний рівень естетичної гармонії та функціональної гнучкості, особливо при роботі зі складними багаторівневими даними. Проблема полягає у розриві між теоретичними досягненнями математичного моделювання та практичним інструментарієм дизайнера. Математичні закономірності, зокрема послідовність Фібоначчі, золотий перетин і принципи самоподібності, століттями використовувалися для створення гармонійних пропорцій, проте їхня автоматизація в сучасних графічних редакторах представлена фрагментарно. Відсутність системного підходу до інтеграції алгоритмічних моделей у робочий процес призводить до зниження ефективності проектування, обмежує варіативність рішень і збіднює візуальну мову продукту. Актуальним є завдання розробки методів, здатних генерувати динамічні структури, що адаптуються до контенту різної щільності, та їхньої програмної реалізації у вигляді інструментів, які поєднують математичну точність із користувацьким досвідом. Таким чином, необхідність формалізації та автоматизації процесів побудови складних композиційних сіток на основі фрактальних і рекурентних моделей визначає актуальність дослідження та його значення для розвитку методів автоматизованого проектування у сфері цифрового дизайну[1-3].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання застосування математичних алгоритмів у візуальних мистецтвах та дизайні має тривалу

історію, проте з появою обчислювальних потужностей воно набуло нової якості. Сучасні дослідження в цій галузі можна розділити на кілька ключових напрямів.

Перший напрям присвячений теоретичному обґрунтуванню використання фрактальної геометрії як засобу естетичної організації простору. Математичні закономірності, зокрема ірраціональна природа числа  $\phi$ , що детально описана у фундаментальних працях М. Лівіо [4], століттями слугували еталоном гармонізації об'єктів. У контексті сучасних комп'ютерних наук ці принципи трансформувалися у складні ієрархічні моделі представлення даних, серед яких особливе місце посідають структури на основі дерев квадрантів (quadtrees), що дозволяють здійснювати ефективну адаптивну декомпозицію площини [5]. Зокрема, у роботах У. Йоуе [6] детально проаналізовано присутність фрактальних закономірностей в архітектурному проектуванні та їх вплив на психологічне сприйняття людиною штучного середовища. Дослідник доводить, що фрактальна розмірність є ключовим фактором, який робить структуру «природною» та візуально привабливою для ока.

Другий напрям охоплює автоматизацію та використання штучного інтелекту в дизайні інтерфейсів. Робота Т. Kumar [7] демонструє, як генеративний дизайн та нейромережеві моделі змінюють робочі процеси UI/UX дизайнерів. Автор підкреслює, що майбутнє професії лежить у площині співпраці людини та алгоритму, де останній бере на себе рутинні операції з побудови макетів. Аналогічні ідеї розвиває В. Patel [8], описуючи плагін StarryStudioAI для Figma, який використовує RAG-моделі для генерації інтерфейсів, проте фокусується переважно на текстових та контентних складових, залишаючи питання жорсткої геометричної структури відкритою темою.

Третій напрям досліджень стосується еволюційного дизайну та алгоритмічного макетування. D. Lopes, J. Bicker та P. Machado [9] у своїй праці описують систему EvoDesigner, яка здатна автоматично створювати варіанти плакатів за допомогою еволюційних алгоритмів. Їх підхід базується на оцінці композиційної рівноваги, що корелює з принципами рекурентного розбиття площини, описаними у даній статті.

Попри значні успіхи в автоматизації, існуючі інструменти (наприклад, Golden Ratio Align & Resize [10]) часто мають вузьку спеціалізацію, обмежуючись лише золотим перетином або простими сітками.

Останні досягнення у галузі генеративного дизайну свідчать про перехід до використання дифузійних моделей з естетичними обмеженнями для вирівнювання елементів макета [11]. Окрему увагу дослідники приділяють еволюційним алгоритмам, зокрема системі EvoDesigner, яка дозволяє автоматизувати генерацію плакатів шляхом ітераційного відбору кращих композиційних рішень, що підкреслює актуальність розробки інструментів для інтеграції подібних методів у професійні середовища

проектування.

Аналіз літературних джерел та існуючого програмного забезпечення показує, що інтегровані системи, які б поєднували в собі множину рекурентних моделей (від дерева квадрантів до килима Серпінського) з можливістю безпосереднього керування через API графічних редакторів, наразі відсутні. Це створює підґрунтя для подальших досліджень у напрямку формалізації алгоритмів генерації складних сіток та їх впровадження в інструментарій професійних дизайнерів.

**Формулювання цілей статті.** Метою роботи є формалізація математичних моделей та розробка алгоритмічного забезпечення для автоматизованої генерації композиційних сіток на основі фрактальних і рекурентних структур, а також їх практична імплементація у вигляді програмного розширення для середовища проектування інтерфейсів.

**Основна частина.** Реалізація системи автоматизованої генерації композиційних сіток базується на розробці алгоритмічного забезпечення, що трансформує абстрактні математичні моделі у конкретні геометричні об'єкти середовища проектування. Дослідження охоплює формалізацію та програмну розробку 9 типів композиційних генераторів. Нижче наведено математичний опис ключових алгоритмів, що були закладені в основу плагіна.

Sierpinski Carpet (Килим Серпінського): детермінована фрактальна модель, що реалізується через рекурсивний поділ прямокутної області на 9 суб-елементів (сітка  $3 \times 3$ ) з виключенням центрального сегмента. Кількість активних блоків на ітерації  $d$  обчислюється за формулою:  $N = 8^d$ .

Візуалізацію рівнів рекурсії представлено на рис. 1.

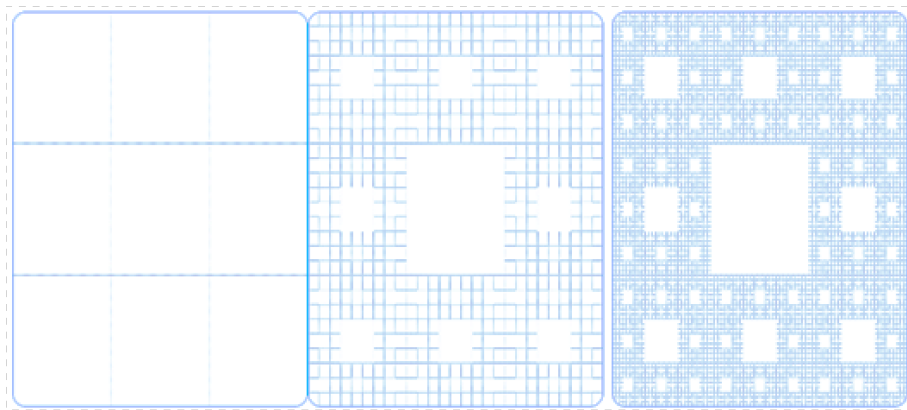


Рис. 1. Результат параметричної генерації ієрархічної структури за методом килима Серпінського для рівнів рекурсії  $d=1$ ,  $d=3$  та  $d=4$ , що демонструє експоненціальне зростання щільності сітки згідно з функцією  $8^d$

Генератор Quadtree: адаптивна модель декомпозиції, що базується на рекурсивному розбитті батьківського вузла на чотири рівні квадранти.

Глибина розбиття регулюється параметром  $d_{max}$ , що дозволяє створювати структури з варіативною щільністю (рис. 2).

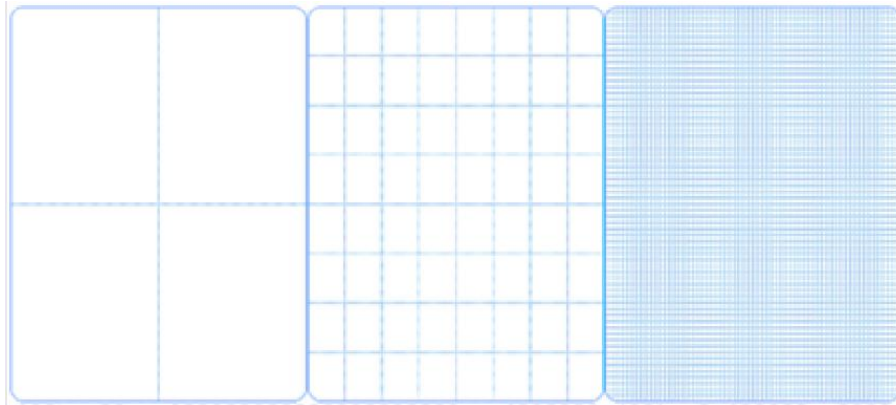


Рис. 2. Адаптивна декомпозиція робочої площини на основі четвертинного дерева (Quadtree) з візуалізацією рівнів вкладеності та варіативною щільністю композиційних вузлів

Circle Tree (Кругова сітка): базується на алгоритмі ієрархічного пакування кіл (circle packing) у межах контуру  $R$ . Умова відсутності перекриттів вузлів визначається нерівністю:

$$\sum_{i=1}^n \arcsin\left(\frac{r_i}{R-r_i}\right) \leq \pi \quad (1)$$

Приклад органічної структури наведено на рис. 3.

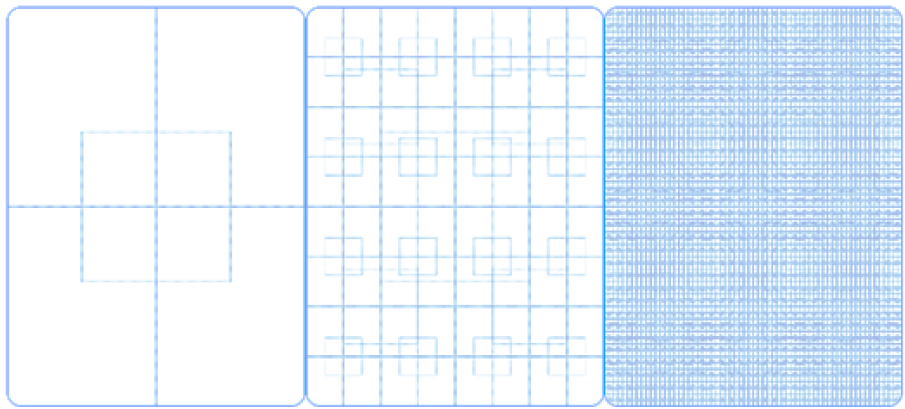


Рис. 3. Органічна композиційна структура, сформована на основі алгоритму рекурсивного пакування кіл (circle packing) із дотриманням умов геометричної дотичності

Golden Grid (Золота сітка): ітераційний бінарний поділ області  $L$  на сегменти  $L_a$  та  $L_b$ , відповідно до ірраціонального числа  $\phi \approx 0.618$ . Розрахунок координат вузлів виконується за уточненими формулами:

$$L_a = L \cdot \phi, \quad L_b = L - L_a. \quad (2)$$

Геометричну побудову за цим правилом ілюстровано на рис. 4.

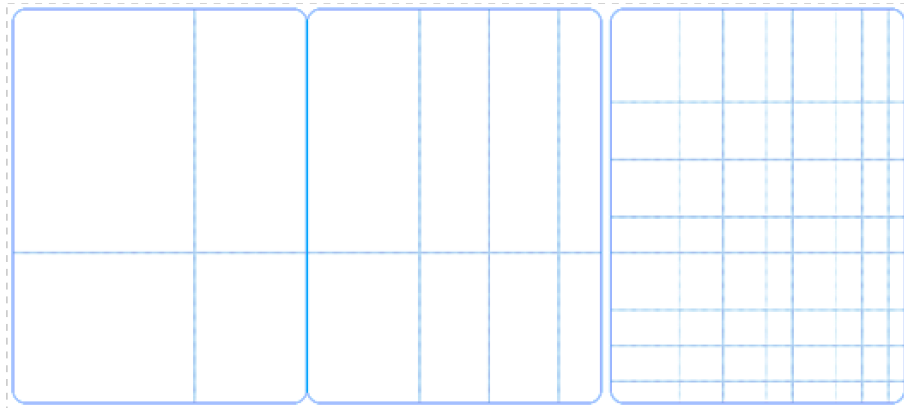


Рис. 4. Геометрична побудова композиційних напрямних за правилом золотої пропорції  $\phi \approx 0.618$ , що формує гармонійні зони візуального фокусування

Spiral Grid (Спіральна сітка): центрична модель, побудована в полярній системі координат. Положення вузла  $(x, y)$  розраховується через крок кута  $\Delta\theta$ :

$$\begin{cases} x = r(\theta) \cdot \cos \theta ; \\ y = r(\theta) \cdot \sin \theta . \end{cases} \quad (3)$$

Цей підхід створює ефект глибинної перспективи (рис. 5).

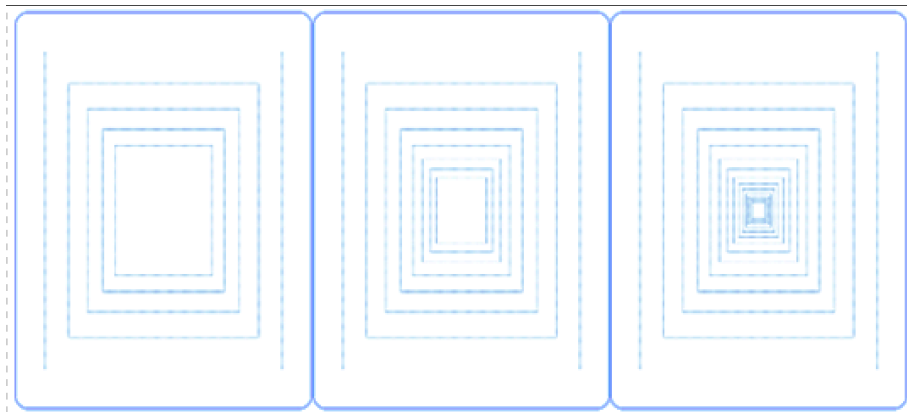


Рис. 5. Формування центричної композиційної структури на основі полярної системи координат із кроком  $\Delta\theta$ , що створює ефект глибинної перспективи

Triangle Grid: неортогональна система на основі триангуляції площини з використанням афінних перетворень під кутом  $60^\circ$ . Координати вузлів  $(x_{ij}, y_{ij})$  при кроці  $s$ :

$$\begin{cases} x_{ij} = i \cdot s + j \cdot s \cdot \cos(60^\circ) ; \\ y_{ij} = j \cdot s \cdot \sin(60^\circ) , \end{cases} \quad (4)$$

де  $s$  - довжина сторони трикутника, а  $i, j$  - індекси вузлів у сітці. Приклад гексагонального патерна наведено на рис. 6.

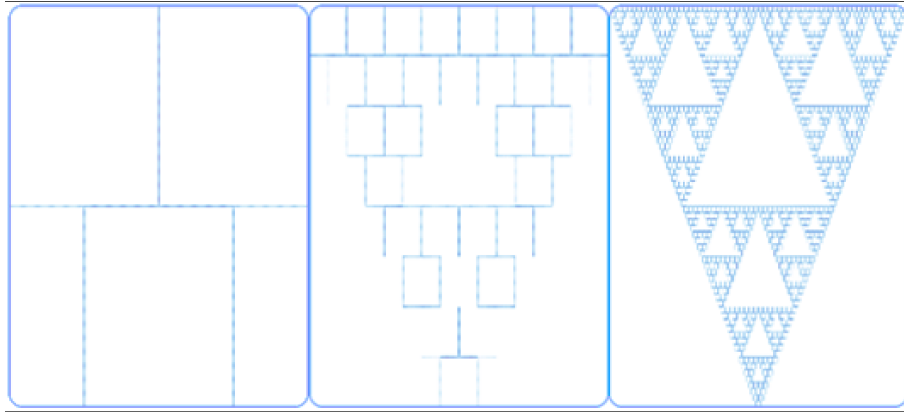


Рис. 6. Неортогональна композиційна сітка, побудована шляхом триангуляції площини з використанням афінних перетворень у системі координат під кутом  $60^\circ$

Wave Grid (Хвильова сітка): реалізує тригонометричну модуляцію координат вузлів з амплітудою  $A$  та періодом  $T$ :

$$y = A \sin(2\pi x/T + \phi). \quad (5)$$

Моделювання динамічного ритму представлено на рис. 7.

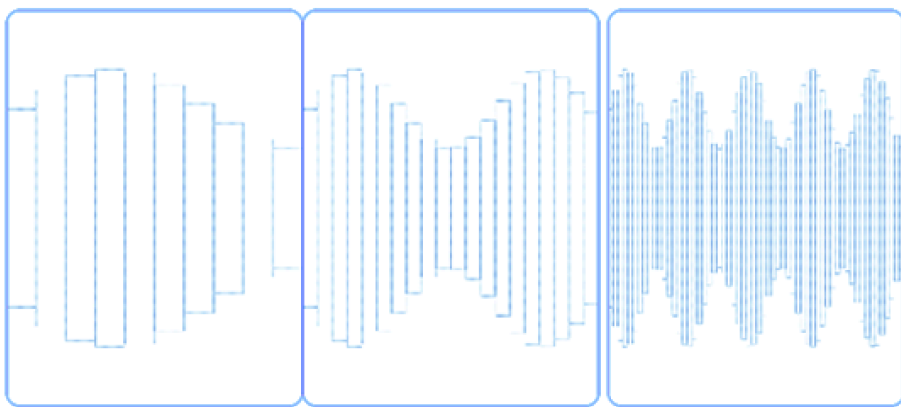


Рис. 7. Моделювання динамічного композиційного ритму шляхом тригонометричної модуляції координат вузлів сітки за синусоїдальним законом

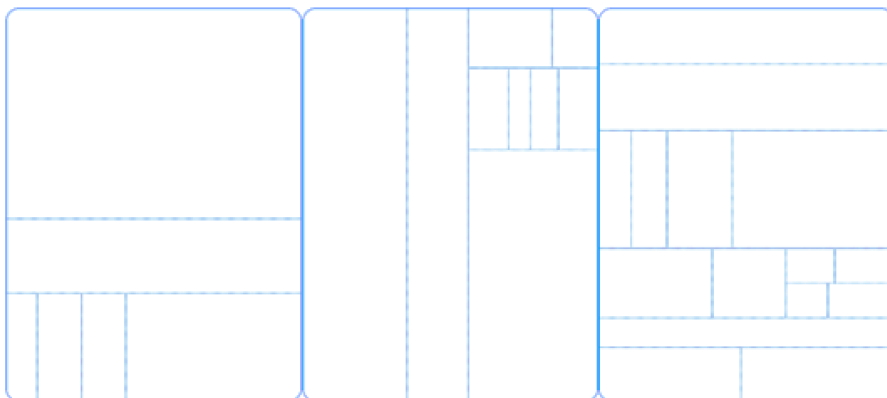


Рис. 8. Стохастичне розбиття площини за методом рівномірного розподілу випадкових координат із дотриманням граничних умов мінімальної площі сегмента

Random Partition (Стохастичне розбиття): використовує генератор псевдовипадкових чисел для визначення ліній поділу з контролем мінімальної площі сегмента для запобігання візуальному шуму (рис. 8).

Binary recursive split (Бінарне рекурсивне розбиття): ієрархічне розбиття площини за стратегією бінарного дерева з варіативною віссю поділу (вертикальною або горизонтальною) (рис. 9).

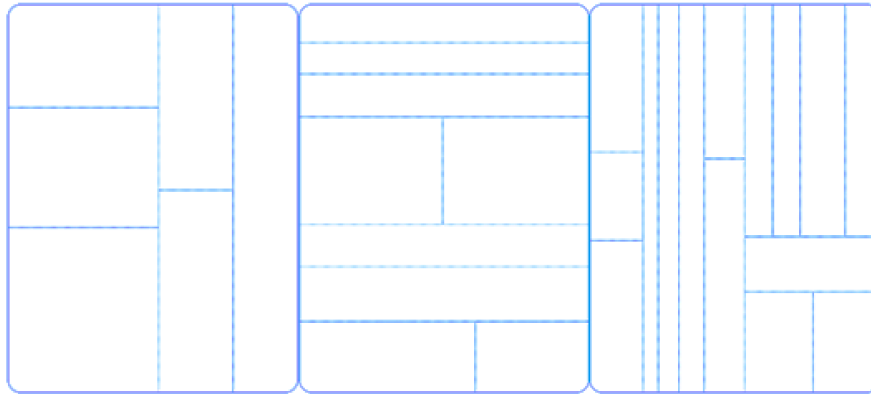


Рис. 9. Ієрархічний поділ простору на основі бінарного рекурсивного розбиття, що ілюструє структуру вкладених контейнерів макета

Програмний комплекс реалізовано як плагін для графічного редактора Figma з використанням стеку TypeScript/JavaScript та Figma Plugin API. Вибір TypeScript забезпечує строгу типізацію геометричних параметрів, що мінімізує похибки обчислень у складних ітераціях. Взаємодія з графічним ядром здійснюється через асинхронні запити, що дозволяє генерувати масиви об'єктів (RectangleNode) без блокування інтерфейсу.

Алгоритми працюють за уніфікованою схемою: генератор повертає масив координат  $\{x, y, width, height\}$ , який диспетчер трансформує у згруповані графічні елементи документа. Коректність побудов верифіковано математично (наприклад, для килима Серпінського — за формулою  $N(d) = 8^d$  та шляхом порівняння фактичної кількості згенерованих вузлів із заданою).

Систематизацію характеристик розроблених моделей наведено у табл. 1.

Таблиця 1

### Порівняльна характеристика генераторів

№	Назва генератора	Математичний базис	Тип структури	Сфера застосування
1	Sierpinski Carpet (Килим Серпінського)	Фрактальна ітераційна система	Детермінована	Складні ієрархічні макети
2	Quadtree	Четвертинне дерево декомпозиції	Адаптивна	Адаптивні сітки різної щільності
3	Circle Tree	Рекурсивне пакування кіл	Органічна	Кластеризація та візуалізація зв'язків

4	Golden Grid	Пропорція золотого перетину $\phi$	Пропорційна	Гармонізація візуальних акцентів
5	Spiral Grid	Полярна система координат	Центрична	Акцентування на ключових об'єктах
6	Triangle Grid	Геометрична триангуляція	Неортогональна	Динамічні графічні інтерфейси
7	Wave Grid	Тригонометричні функції (sin, cos)	Динамічна	Плавні, ритмічні композиції
8	Random Partition	Стохастичне моделювання	Нелінійна	Креативний дизайн, унікальні патерни
9	Binary Rec. Split	Бінарні дерева пошуку	Ієрархічна	Збалансований поділ контенту

Аналіз результатів експериментального проектування дозволив визначити, що для веб-дизайну та інтерфейсів найбільш адаптивними є моделі Quadtree та Binary Split завдяки їхній структурній чіткості, тоді як у поліграфії для досягнення геометричної впорядкованості рекомендовано Golden Grid та Sierpinski Carpet. У художніх ілюстраціях та промо-матеріалах доцільно використовувати Spiral Grid для створення ефекту глибини або Wave Grid для передачі ритмічної динаміки, а для формування унікальних креативних патернів найкращі результати демонструють Random Partition та неортогональна Triangle Grid. Таким чином, вибір конкретного алгоритму безпосередньо визначається функціональним призначенням інтерфейсу - від контент-орієнтованих систем до динамічних медіа-ресурсів.

Дослідження відзначається комплексною формалізацією дев'яти типів композиційних сіток, що поєднують фрактальні структури, рекурсивні алгоритми та стохастичні моделі. Вперше для дизайнерських задач введено математичні критерії оцінки придатності, що забезпечують формалізовану основу вибору оптимальної моделі та відкривають нові можливості автоматизації проектування.

Результати дослідження мають прикладну цінність завдяки створенню плагіна для Figma, що реалізує алгоритми автоматизованої генерації композиційних сіток і дозволяє скоротити час підготовки макетів, підвищити варіативність рішень та забезпечити математично обґрунтовану організацію простору. Практична значущість полягає у можливості використання розроблених моделей у графічному та інтерфейсному дизайні, поліграфії, інфографіці, освітніх ресурсах і архітектурі, де адаптивні та гармонійні структури сприяють підвищенню ефективності візуальних комунікацій. Перспективи розвитку пов'язані з оптимізацією обчислювальної складності, розширенням бібліотеки генераторів та інтеграцією з сучасними інтелектуальними системами, що

формує основу для подальшого вдосконалення інструментів генеративного дизайну та розширення їхнього застосування у професійній діяльності.

**Висновки.** Проведене дослідження підтвердило ефективність використання фрактальних і рекурентних моделей для побудови композиційних сіток у цифровому дизайні. Запропоновані алгоритми забезпечують формалізований підхід до створення адаптивних макетів, що дозволяє підвищити варіативність та обґрунтованість дизайнерських рішень. Практична реалізація у вигляді плагіна для Figma демонструє можливість інтеграції складних математичних структур у професійні середовища проектування.

Отримані результати мають значний потенціал для розвитку методів автоматизованого проектування у сфері UI/UX дизайну. Вони відкривають перспективи подальших досліджень у напрямку розширення бібліотеки генераторів, оптимізації алгоритмів для роботи з великими даними та інтеграції з інтелектуальними системами підтримки дизайнерських процесів.

### *Література*

1. Müller Brockmann J. Grid Systems in Graphic Design: A Visual Communication Manual for Graphic Designers, Typographers and Three-Dimensional Designers. Zurich : Niggli, 1996. 176 p.
2. Bovill C. Fractal Geometry in Architecture and Design. Boston : Birkhäuser, 1996. 199 p.
3. Peitgen H. O., Saupe D. The Science of Fractal Images. New York : Springer-Verlag, 1988. 312 p.
4. Livio M. The Golden Ratio: The Story of Phi, the World's Most Astonishing Number. New York : Broadway Books, 2002. 294 p.
5. Samet H. The quadtree and related hierarchical data structures. *ACM Computing Surveys*. 1984. Vol. 16, No. 2. P. 187–260. DOI: <https://doi.org/10.1145/356924.356930>.
6. Joye Y. An overview of the presence and use of fractal geometry in architectural design. *Environment and Planning B: Planning and Design*. 2011. Vol. 38, No. 2. P. 287–311. DOI: <https://doi.org/10.1068/b36032>.
7. Kumar T. How generative AI is reshaping UI/UX design workflows: A systematic review. *AHFE International*. 2025. Vol. 199. P. 2438–2452.
8. Patel B. Automating interface design with code-based generative AI and RAG: StarryStudioAI Figma plugin. *2025 IEEE Conference on Artificial Intelligence (CAI)*. IEEE, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1109/CCWC62904.2025.10903712>.
9. Lopes D., Bicker J., Machado P. EvoDesigner: Evolving poster layouts. *Entropy*. 2022. Vol. 24, No. 12. Article 1751. DOI: <https://doi.org/10.3390/e24121751>.
10. Golden Ratio Align & Resize: Figma Community Plugin. URL: <https://www.figma.com/community/plugin/747059755185517110/> (дата

звернення: 05.04.2026).

11. Chen J. Towards aligned layout generation via diffusion model with aesthetic constraints. *Proceedings of the Twelfth International Conference on Learning Representations (ICLR 2024)*. 2024. URL: <https://arxiv.org/abs/2402.04754> (дата звернення: 05.04.2026).

## **GENERATION OF COMPOSITIONAL GRIDS BASED ON FRACTAL STRUCTURES AND RECURRENT MODELS**

Inesa Shelikhova, Olena Kraievska, Danilo Lytvinchuk

*The article addresses the scientific and practical task of formalizing and automating the construction of complex compositional structures for digital design. The object of study is the processes of generating compositional grids, and the subject is mathematical models based on fractal structures and recurrent algorithms. The purpose of the work is the development and software implementation of methods for automated generation of nine types of grids (including fractal, stochastic, and iterative) to increase the variability and substantiation of design solutions. The study applies methods of mathematical modeling, fractal theory, and algorithmic design. The scientific novelty lies in the integrated approach to parameterizing fractal and recurrent structures (Sierpinski carpet, binary partition, golden ratio, etc.) for compositional layout needs, as well as in defining formal criteria of their applicability (density, symmetry, scalability). The analysis shows that the use of iterative models, such as Quadtree and Binary Split, allows for achieving an optimal balance between visual complexity and functional logic of the interface. The practical significance is confirmed by the development of a specialized plugin for the Figma environment (TypeScript, Figma Plugin API), which automates the creation of adaptive layouts and significantly reduces the time required for preparing initial compositional solutions in professional UI/UX design practice.*

*The research emphasizes the relevance of bridging theoretical achievements of mathematical modeling with practical design tools. The proposed algorithms provide a systematic approach to constructing compositional structures that go beyond intuitive or standard modular solutions. The study introduces formalized criteria for evaluating the suitability of models, which create a basis for a justified choice of an optimal grid depending on the functional purpose of the interface and content dynamics. The conducted analysis demonstrated the advantages of fractal structures in creating hierarchical systems that maintain integrity during scaling. The plugin implementation illustrates the feasibility of integrating complex mathematical structures into everyday workflows, ensuring both aesthetic harmony and functional flexibility. The results open perspectives for further development of generative design methods, expansion of the library of grid generators, optimization of algorithms for big data, and integration with intelligent systems*

*supporting creative processes in modern digital environments.*

*Keywords: compositional grids, fractal structures, recurrence algorithms, generative design, automated design, Figma API, stochastic partitioning, quadtree, golden ratio, Sierpinski carpet, UI/UX design.*

### **References**

1. Müller Brockmann, J. (1996). Grid systems in graphic design: A visual communication manual for graphic designers, typographers and three-dimensional designers. Zurich: Niggli, 176 p. [In English].
2. Bovill, C. (1996). Fractal geometry in architecture and design. Boston: Birkhäuser, 199 p. [In English].
3. Peitgen, H. O., & Saupe, D. (1988). The science of fractal images. New York: Springer-Verlag, 312 p. [In English].
4. Livio, M. (2002). The golden ratio: The story of phi, the world's most astonishing number. New York: Broadway Books, 294 p. [In English].
5. Samet, H. (1984). The quadtree and related hierarchical data structures. ACM Computing Surveys, 16(2), 187–260. DOI: <https://doi.org/10.1145/356924.356930> [In English].
6. Joye, Y. (2011). An overview of the presence and use of fractal geometry in architectural design. Environment and Planning B: Planning and Design, 38(2), 287–311. DOI: <https://doi.org/10.1068/b36032> [In English].
7. Kumar, T. (2025). How generative AI is reshaping UI/UX design workflows: A systematic review. AHFE International, 199, 2438–2452. [In English].
8. Patel, B. (2025). Automating interface design with code-based generative AI and RAG: StarryStudioAI Figma plugin. In 2025 IEEE Conference on Artificial Intelligence (CAI). IEEE. DOI: <https://doi.org/10.1109/CCWC62904.2025.10903712> [In English].
9. Lopes, D., Bicker, J., & Machado, P. (2022). EvoDesigner: Evolving poster layouts. Entropy, 24(12), Article 1751. DOI: <https://doi.org/10.3390/e24121751> [In English].
10. Golden Ratio Align & Resize: Figma Community Plugin. URL: <https://www.figma.com/community/plugin/747059755185517110/> (accessed: 05.04.2026) [In English].
11. Chen, J. (2024). Towards aligned layout generation via diffusion model with aesthetic constraints. In Proceedings of the Twelfth International Conference on Learning Representations (ICLR 2024). URL: <https://arxiv.org/abs/2402.04754> (accessed: 05.04.2026) [In English].

*Матеріал надійшов до редакції 25.04.2026*

*Прийнято до друку 13.05.2026 р.*