

УДК 7.014.11 (045)

Ковальов Ю.М.,
д-р техн. наук, проф.,
Писарєва А.,
Національний авіаційний університет, Україна

ПРИНЦИПИ ВИКОРИСТАННЯ ФРАКТАЛІВ ПРИ ОРГАНІЗАЦІЇ ІНТЕР'ЄРІВ

Анотація. Розглянуто ключові проблеми організації інтер'єрів в сучасних умовах – пошук нових стилістичних ідей, обґрунтування об'ємно-планувальних рішень, формоутворення, обґрунтування кольорових рішень, забезпечення психологічного комфорту – відповідно до потреб для окремих психотипів та особистостей, а також функцій будівель. Проаналізовано практику використання фракталів у архітектурі і дизайні. Визначено зв'язок умов психологічного комфорту із формами і кольоровими рішеннями комп'ютерних моделей фракталів. Запропоновано принципи використання фракталів при організації інтер'єрів. Наведено приклад реалізації цих принципів при проектуванні інтер'єрів спортивного комплексу у ході його реконструкції у центр східних єдинокорств.

Ключові слова: організація інтер'єру, фрактал, естетика, дизайн, технології, реконструкція, спортивний комплекс.

Постановка проблеми. Сучасний стан архітектури та дизайну характеризується зростанням вимог до рівня комфорту середовища, актуальністю багатьох стилів, послабленням канонів та догм, збільшенням свободи пошуку найбільш виразних форм та кольорових рішень на тлі стрімкого розвитку технологій та матеріалів, а також комп'ютерних засобів моделювання і візуалізації. Відтак, нові ідеї, засновані на використанні форм і кольорів фракталів, отримали адекватні інструменти моделювання та технологічні можливості реалізації, але мають бути всебічно обґрунтовані з точки зору потреб цільової аудиторії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поняття фракталу було введено у науковий обіг Б. Мандельбротом у 1975 р. і з тих пір всебічно досліджувалося засобами як математики, так і природничих наук, оскільки багато природних форм є фракталами [1]. Використання комп'ютерної графіки прискорило ці дослідження і надало їм естетичного виміру, оскільки вишукані

форми фракталів та їх кольори (також розраховані на комп'ютерах) є, безсумнівно, красивими, про що свідчать численні конкурси фрактального живопису.

Практика використання фракталів у архітектурі та дизайні є достатньо об'ємною і представлена як історичними, так і сучасними зразками. Дослідження, присвячені аналізу цієї практики, розвиваються у наступних напрямках:

- інтерпретація форм споруд та об'єктів з точки зору теорії фракталів [2,3];
- структуризація середовища на основі правил утворення фракталів [4-6];
- декоративна роль фракталів [3];

Відтак, системні дослідження впливу фракталів на стан комфорту/дискомфорту для різних рівнів організації інтер'єру з урахуванням потреб людини та функцій споруди не проводилися. Зазначимо, що апаратом таких досліджень могла б стати теорія самоорганізації складних систем на основі хвильової моделі С-простору, яка була розроблена для дослідження різноманітних взаємодій у системі людина-житло-середовище [7].

Формулювання цілей статті. На основі теорії самоорганізації складних систем обґрунтувати принципи використання фракталів при організації інтер'єрів із урахуванням потреб комфорту, специфічних для різних психотипів в залежності від функціонального призначення споруди.

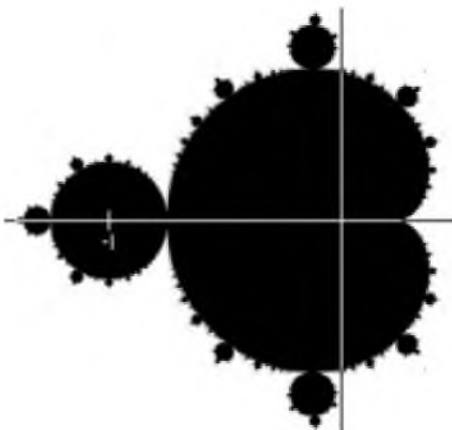
Основна частина. Апарат дослідження: хвильова модель С- простору та теорія самоорганізації складних систем [7]. Аксиоматична хвильова модель С-простору була розроблена для моделювання відкритих емерджентних систем. Названі властивості (як і деякі інші) є відмінними від властивостей та відношень звичайних геометричних об'єктів, що і дало поштовх до розробки аксіоматики, яка описує властивості і відношення хвиль і солітонів і адекватною до властивостей систем. Під дією зовнішніх факторів система хвиль і солітонів еволюціонує, утворюючи множини із таким розподілом потенціалів, кількостей елементів, хвильових характеристик і взаємодій, які можна розрахувати. Розраховані сценарії еволюції використовуються для моделювання і оптимізації систем різної природи.

Висновки теорії самоорганізації для дослідження взаємодій людини з оточуючим середовищем [8]. Для виявлення зон комфорту/дискомфорту необхідно, перш за все, виявити всі канали взаємодії людини і середовища, їх вагові коефіцієнти (табл.1), а також межі впливів, які будуть комфортними для кожного з каналів. В залежності від психотипу, віку, темпераменту людини визначаються її переважаючі способи взаємодії із середовищем, що призводить до уточнення її соціального статусу, потреб та умов комфорту (табл. 2). Психотип та інші характеристики людини визначаються шляхом тестування (використовуються проєктивні тести, тести-опитувачі та тести контролю поточного психологічного стану) [8]. Умови комфорту для кожного психотипу або окремої особистості пов'язуються із конкретними архітектурними і дизайнерськими рішеннями для всіх рівнів організації середовища перебування. Такі кореляційні зв'язки встановлено для всіх психотипів і всіх рівнів організації середовища. Таким чином, розглядаючи фрактали, як об'єкти, які впливають на певні канали і корелюючи цей вплив в залежності від особливостей психотипу, можна оцінити їх внесок у формування стану комфорту/дискомфорту, а відтак, і принципи їх використання при організації інтер'єрів.

Поняття фракталу. Фракталом називається множина точок евклідового простору нецілої розмірності Хаусдорфа із властивістю самоподібності. Прикладом є множина Мандельброта – множина точок c на комплексній площині, для яких ітераційна послідовність $z_{n+1} = z_n^2 + c$, де $c = x + i \cdot y$ при $z_0 = 0$ є такою, що збігається, тобто, множина таких c , для яких існує таке дійсне число R , що нерівність $|z_n| < R$ виконується для всіх натуральних n (рис.1). Існують більш прості за формою фрактали (наприклад, трикутники Серпинського), а також фрактали більшої розмірності (наприклад, губки Мангера). За допомогою спеціальних програм (де колір залежить, наприклад, від номеру ітерації) фрактали можуть бути пофарбовані у різні кольори та відтінки (рис.2).

Система каналів сприйняття людиною оточуючого середовища

Рівні та об'єкти сприйняття	Характеристики сприйняття	Канали та їх кількість
Рівень 1 – єдність	Людина і середовище не відокремленні як частини, однак можливість відокремлення потенційно існує	Інтуїція 1
Рівень 2 – обособлення	Уособлення людиною себе як самодостатньо цілого	+Его (інсайт, гомеостаз) 1
+ Бажання, почуття, розум 2*3 (відстеження форм і змін; мова) Рівень 3 – вплив та реакції	Вплив на оточуючий світ, реакції за категоріями простору і часу	+ Воля і розсудливість 2 (вплив – реакція, «добре» або «погано»)
Рівень 5 – сенсорні сприйняття Успадкування впливів і реакцій за категоріями простору і часу Рівень 4 – простір і час	Упорядкування сприйнятів органами почуттів	+ Відчуття та емоції 2*3*5(?)
Рівні 6,7 – відтінки кольорів, тони звуків і т.п.	Розрізнення тонів та нюансів	+ Відчуття та емоції 2*3*5*8(?)



Визначимо принципи використання фракталів при організації інтер'єрів.

Фрактали і канали впливу. Прямі впливи (форма і колір) відносяться до каналів 4-го та 5-6-го рівнів і мають найбільше значення для психотипів «винахідливий дослідник» та «богемна особистість». Але не слід ігнорувати і асоціативні впливи, які, через абстрактність форм більшості фракталів, більше

відносяться до кольорових асоціацій. Наприклад, чорно-біле зафарбування асоціюється із боротьбою і буде впливати на рівні 3. Таким чином, вплив кожного із фракталів слід визначати окремо. Кількісна оцінка впливу буде визначатися сумою вагових коефіцієнтів задіяних каналів, як прямих, так і асоціативних.

Якісна оцінка впливу та її відповідність психотипам можуть бути встановлені для фракталів, заснованих на простих фігурах, на основі інтерпретацій психогеоетричного тесту. Так, квадрат символізує такі якості, як організованість, пунктуальність, дотримання правил, аналітичність мислення і т.п. і є сприятливим для «винахідливих дослідників». Трикутник є сприятливим для «егоїстів», прямокутник – «богемних особистостей», коло – «споглядачів».

Таблиця 2.

Кореляції каналів, мотивацій, потреб, соціальних станів, видів діяльності та умов комфорту для різних психотипів

Психотип	Переважаючий канал	Основні мотивації	Основні потреби	Соціальний прошарок	Переважаючий вид діяльності	Основна умова комфорту
збалансована особистість	канали гармонійні	збереження гармонії	краса	«досконалі»	невизначений	гармонія з зовнішнім світом
споглядач	інтуїція	самозречення і любов	споглядання	брахмани, монахи, містики	духовна	спокій
егоїст	его	жага влади	самоповага	раджі, правителі	управлінська	престиж, самодостатність
борець	воля	прагнення до перемоги	самореалізація	кшатрії, дворяни, воїни	військова	трансформованість середовища
винахідливий дослідник	розум	бажання знань і благ	підприємливість	вайші, підприємці, вчені, вільні селяни	підприємницької, наукова, продуктивна	впорядкованість, пропорційність
богемна особистість	екстероверти	біологічні потреби	чуттєві насолоди	шудри, слуги, маргінали	нав'язаний ззовні	сенсорний комфорт

Фрактали і рівні організації середовища. Загалом, роль фракталів у організації середовища виходить за межі суто архітектурних факторів. Так, простежуючи у різні історичні періоди та на різних континентах використання фракталів, які асоціюються з числом 4 (квадрати, чотирикутники), можна виявити релігійні (небесний Ієрусалим), світоглядні (чотири сторони світу, чотири пори року), адміністративні (чотири чверті імперії інків), соціальні (чотири варни у Індії), планувальні (міста, квартали, споруди, приміщення) аспекти. Що ж до організації інтер'єру, то, враховуючи технологічні фактори, можна рекомендувати використання фракталів таким чином: форма приміщень – прості багатокутники; основні форми у приміщеннях (вікна, двері, меблі, обладнання) – додаються криволінійні форми; малі форми, декоративні елементи, окремі деталі – додаються складні фрактали; оздоблення поверхонь – прості і складні форми, можливий рельєф, можливе освітлення за допомогою світлодіодів; кольорове рішення – можливе різноманітне зафарбування з урахуванням призначення приміщень та комфортних умов конкретних психотипів та особистостей.

Фрактали як індикатори єдності простору. Людська діяльність включає фази, що потребують граничного напруження, релаксації, сереїх зусиль, чому можуть відповідати окремі приміщення чи функціональні зони. Змінюючи масштаб одного і того ж фракталу та кількість ітерацій, можна добитися зміни «напруги простору» – максимальної у центрах спіралеподібних форм і мінімальної на периферії, делінії схожі на затухаючі хвилі. «Концентрація напруги» буде відповідати інтенсивності діяльності, а усвідомлена єдність фракталу буде підкреслювати єдність стилю. Такий підхід може бути розповсюджено як на форми, переважаючі у різних приміщеннях, так і на суто декоративні елементи. Ефект може бути підсиленим за рахунок зафарбування та асоціацій.

Фрактали і настроювання середовища. Керуючись різноманітними кореляціями, які впливають із табл. 2, а також якісною оцінкою впливу фракталів, заснованих на різних формах, можна настроїти інтер'єр на потреби

психотипу, окремої особистості та переважного виду діяльності.

Фрактали та динамічне середовище. Оскільки діяльність і стан людини змінюється в залежності від пори року, часу доби, природних факторів, максимально комфортним буде середовище, яке змінює свої параметри згідно до «потреб часу». Здійснювати це можливо за допомогою системи «розумний будинок». Фрактали слід включати у процес змін – на рівні сучасних можливостей вже можна змінювати програму освітлення світлодіодами, колір в залежності від освітлення, масштаб та колір фракталу при його проєкціюванні на стіну тощо. Згодом, при появі матеріалів з новими властивостями та удосконаленням програм управління, ці можливості значно розширяться.

Приклад використання фракталів для пошуку ідеї та організації інтер'єру. Прототипом узято існуючий універсальний спортивний комплекс у м. Києві, який планується реконструювати у елітний центр єдиноборств (рис.3).



Рис. 3. Спорткомплекс-прототип

Метою спорту є самовираження і здобуття перемоги у ході змагань. Отже, стиль комплексу має відображати ідею боротьби, а рішення окремих приміщень сприяти різному рівню концентрації спортсменів – від максимального у залі для змагань до мінімального у місці релаксації, а також підтримувати «очищений» стан свідомості. Спортсмени-єдиноборці відносяться до психотипу «борець», потреби якого та їх кореляції з архітектурними і дизайнерськими рішеннями

відомі, що полегшує аналіз аналогів і відбір можливих варіантів організації середовища для 1-6 рівнів взаємодій із людиною.

Виходячи із принципів використання фракталів, призначення комплексу та особливостей психотипу відвідувачів та їх діяльності, вважаємо доцільними наступні особливості організації інтер'єрів:

1. Функціональне зонування має відповідає циклу підготовки спортсмена, включаючи наступні групи приміщень: на першому поверсі – вхідна група та ресепшн, кафе і його інфраструктура, магазин із прилеглими приміщеннями, адміністративні і охоронні приміщення, роздягальні, душові і санітарно-гігієнічні приміщення, зона релаксації; на другому поверсі – тренувальні зали, травмопункт та санвузли; на третьому поверсі – змагальний зал та приміщення для суддів, тренерів та лікарів;

2. Принцип трансформованості середовища, важливий для «борців», передбачає гнучке перепланування приміщень відповідно до режимів роботи комплексу – «мирного» та «змагального», а також підтримання оптимальних фізіологічних параметрів у приміщеннях для цих же режимів із застосуванням системи «цифровий дім»;

3. Засобом, що підтримує належний стан концентрації спортсменів, а також об'єднує внутрішній простір окремих приміщень у єдине ціле, є усебічне застосування фрактальних кривих на різних стадіях їх розрахунку. Так, зонам релаксації відповідають криві великих розмірів та плавних форм (асоціюються із хвилями), а змагальним зонам – криві менших розмірів і більш ламаних форм (асоціюються із зламом волі супротивника у ході конфлікту). При цьому подібність фрактальних кривих сприяє усвідомленню цілісності простору, а їх відмінності дозволяють уникати одноманітності (рис.4);

4. Кольорове рішення відповідає рівню концентрації і є контрастним і насиченим у змагальному залі і гармонійним та м'яким у місцях відпочинку;

5. Оздоблювальні рішення: рельєфні штукатурки стін, плитки, паркет, ковролін та пробка підлог, підвісні стелі, світлодіодне освітлення (рис 5).



Рис. 4. Зона релаксації.

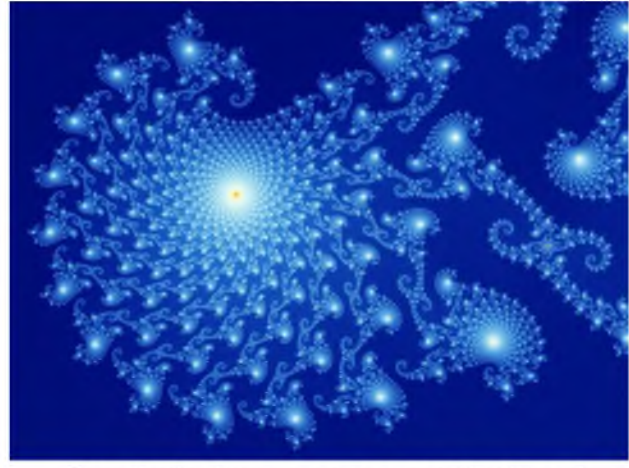


Рис. 5. Освітлення у рекреаційній зоні

Висновки. Визначено принципи використання фракталів при організації інтер'єрів та можливості їх настроювання із урахуванням функцій споруди, особливих потреб окремих психотипів та особистостей. Наведено приклад реалізації цих принципів при реконструкції спортивного комплексу.

Перспективи подальших досліджень пов'язані із деталізацією сформульованих принципів в залежності від вихідних умов, міського середовища та екстер'єру споруд, особливостей категорій відвідувачів або мешканців.

Література

1. *Мандельброт Б.* Фрактальная геометрия природы. – М: Институт компьютерных исследований, 2002.– 656 с.
2. *М. П. Кравченко* Развитие фрактальной теории в архитектуре. 2010. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.taby27.ru/studentam-aspirantam/aspirant/filosofiya-nauki.-arxitecture-dizajnu-dpi/fraktal-arch.html> [Назва з екрану]
3. *Трубочкина Н.К.* Фрактальные исследования: от фрактальной живописи до промышленного дизайна [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.advtech.ru/vniite/konf50.php> [Назва з екрану]
4. *Бабич В. Н.* Фрактальные структуры в планировке и застройке города / В. Н. Бабич, В. А. Колясников // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. - 2009. - № 2. - С. 45-47.
5. *Brown C., Witschey W.* The fractal geometry of ancient Maya settlement // Journal of Archaeological Science. 2003. No 30. — Pp. 1619–1632.

6. De Keersmaecker M., Frankhauser P., Thomas I. Using Fractal Dimensions for Characterizing Intra-Urban Diversity: The Example of Brussels // Geographical analysis. 2003. Vol. 35, No. 4. Pp. 310–328.

7. Мхитарян Н.М. Эргономические аспекты сложных систем / Н.М. Мхитарян, Г.В. Бадеян, Ю.Н. Ковалев. — К.: Наук. думка, 2004. — 600 с.

8. Ковалев Ю.М. Хвильова модель і теорія самоорганізації С-простору: застосування в галузі ергономіки і дизайну / Ю.М. Ковальов // Дизайн: теорія і практика, 2012. — Вип. 1. — С. 38-50

Литература

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. - М: Институт компьютерных исследований, 2002.- 656 с.

2. М. П. Кравченко Развитие фрактальной теории в архитектуре. 2010. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.taby27.ru/studentam aspirantam / aspirant / filosofiya-nauki.-arxitekture-dizajnu-dpi / fraktal-arch.html> [Название с экрана]

3. Трубочкиной Н.К. Фрактальные исследования: от фрактальной живописи до промышленного дизайна [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.advtech.ru/vniite/konf50.php> [Название с экрана]

4. Бабич В. Н. Фрактальные структуры в планировка и застройка города / В. Н. Бабич, В. А. Колясников // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. - 2009. - № 2. - С. 45-47.

5. Brown C., Witschey W. The fractal geometry of ancient Maya settlement // Journal of Archaeological Science. 2003. No 30. - Pp. 1619-1632.

6. De Keersmaecker M., Frankhauser P., Thomas I. Using Fractal Dimensions for Characterizing Intra-Urban Diversity: The Example of Brussels // Geographical analysis. 2003. Vol. 35, No. 4. Pp. 310-328.

7. Мхитарян Н.М. Эргономические аспекты сложных систем / Н.М. Мхитарян, В. Бадеян, Ю.Н. Ковалев. - К.: Наук. мнение, 2004. - 600 с.

8. Ковалев Ю.Н. Волновая модель и теория самоорганизации С-пространства: применение в области эргономики и дизайна / Ю.М. Ковалев // Дизайн: теория и практика, 2012. - Вып. 1. - С. 38-50

References

1. Mandelbrot B. Fraktalnaya geometriya prirody. - M: Institut kompyuternyih issledovaniy, 2002.- 656 s.

2. M. P. Kravchenko Razvitie fraktalnoy teorii v arhitekture. 2010. [Elektronnyiy resurs]. - Rezhim dostupa: <http://www.taby27.ru/studentam aspirantam / aspirant / filosofiya-nauki.-arxitekture-dizajnu-dpi / fraktal-arch.html> [Nazvanie s ekrana]

3. Trubochkinoy N.K. Fraktalnyie issledovaniya: ot fraktalnoy zhivopisi do promyshlennogo dizayna [Elektronnyiy resurs]. - Rezhim dostupa: <http://www.advtech.ru/vniite/konf50.php> [Nazvanie s ekrana]

4. Babich V. N. Fraktalnyie strukturyi v planirovka i zastrojka goroda / V. N. Babich, V. A. Kolyasnikov // Akademicheskij vestnik UralNIiproekt RAASN. - 2009. - # 2. - S. 45-47.
5. Brown C., Witschey W. The fractal geometry of ancient Maya settlement // Journal of Archaeological Science. 2003. No 30. - Pp. 1619-1632.
6. De Keersmaeker M., Frankhauser P., Thomas I. Using Fractal Dimensions for Characterizing Intra-Urban Diversity: The Example of Brussels // Geographical analysis. 2003. Vol. 35, No. 4. Pp. 310-328.
7. Mhitaryan N.M. Ergonomicheskie aspekty slozhnyih sistem / N.M. Mhitaryan, V. Badeyan, Yu.N. Kovalev. - К. : Nauk. mnenie, 2004. - 600 s.
8. Kovalev Yu.N. Volnovaya model i teoriya samoorganizatsii S-prostranstva: primenenie v oblasti ergonomiki i dizayna / Yu.M. Kovalev // Dizayn: teoriya i praktika, 2012. - Vyip. 1. - S. 38-50

Аннотация

Ю.Н. Ковалев, А. Писарева. Принципы использования фракталов при организации интерьеров. Рассмотрены ключевые проблемы организации интерьеров в современных условиях – поиск новых стилистических идей, обоснование объемно-планировочных решений, формообразования, обоснование цветовых решений, обеспечения психологического комфорта – в соответствии с потребностями для отдельных психотипов и личностей, а также функций зданий. Проанализирована практика использования фракталов в архитектуре и дизайне. Определена связь условий психологического комфорта с формами и цветовыми решениями компьютерных моделей фракталов. Предложены принципы использования фракталов при организации интерьеров. Приведен пример реализации этих принципов при проектировании интерьеров спортивного комплекса в ходе его реконструкции в центр восточных единоборств.

Ключевые слова: организация интерьера, фрактал, эстетика, дизайн, технологии, реконструкция, спортивный комплекс.

Abstract

Y.N. Kovalyov, A. Pisareva. Principles of using of fractals in the organization of the interiors. The key problems of the organization of the interiors in modern conditions - search for new stylistic ideas , justification of space-planning decisions , shaping , the rationale of colors , ensuring comfort psihologichnogo - in accordance with the needs of individual psycho and personalities , as well as the function of buildings are considered. The practice of using fractals in architecture and design were analized. A relation of psychological comfort conditions with the forms and colors of computer models of fractals are considered. The principles of the use of fractals in organizing interiors were proposed. An example of the implementation of these principles in designing the interiors of the sports complex during the reconstruction of martial arts center are given.

Keywords: organization of the interior, fractal, aesthetics, design, technology, upgrade, sports complex.