

УДК 747.012

DOI <https://doi.org/10.24919/2308-4863.1/30.212246>**Віолетта РАДОМСЬКА,***orcid.org/0000-0001-6868-868 X**старший викладач кафедри дизайну та основ архітектури**Національного університету «Львівська політехніка»**(Львів, Україна) v.r.adomska@gmail.com*

ФРАКТАЛЬНА ГЕОМЕТРІЯ В СТРУКТУРІ СТІНОПИСІВ ІНТЕР'ЄРНОГО ПРОСТОРУ (НА ПРИКЛАДІ ПОЛІХРОМІЙ МОДЕСТА СОСЕНКА)

У зв'язку з актуалізацією сакрального дизайну у статті піднято проблематику застосування в художньо-проектній практиці принципів фрактальної геометрії для структурного упорядження образно-стилістичної та художньої інфраструктури інтер'єрного середовища сакральних споруд. Проаналізовано орнаментальні сегменти стінописів як невіддільного складника в богословсько-функціональній інфраструктурі інтер'єру української сакральної архітектури. Приділено увагу пошуковій взаємозв'язку між фрактальною геометрією та створенням складних схем орнаментальних патернів у загальній програмі стінописів. Виокремлено геометричні алгоритми та джерела інспірації окремих мотивів, які стають елементами загального складника в орнаментальних морфологічних схемах сюжетної поліхромії інтер'єру християнського храму.

Окрему увагу приділено засобам і прийомам формування орнаментальних композиційних схем у сакральних стінописах визначного українського монументаліста першої чверті ХХ ст. Модеста Сосенка. У дослідженні поставлено мету – з'ясувати закономірності та форми присутності фрактальної геометрії в орнаментальних схемах поліхромії Модеста Сосенка для інтер'єрного середовища сакральних споруд на теренах Львівської обл. (церква Архистратига Михаїла, с. Підберізіці, 1907–1910; церква Успіння Богородиці, с. Поляни, 1911 р.). На зламі ХІХ–ХХ ст. європейська тенденція стилістики модерну інспірує орнаменту в усі види художньої діяльності. Орнамент стає важливим, ідеологічно насиченим та естетично вмотивованим, зокрема, в декоративно-монументальному мистецтві в синтезі з архітектурою. Модест Сосенко впровадив методичний напрям у пошук стильової ідентифікації монументальних творів саме українського спрямування. Методика та характер застосування орнаментальних мотивів, їхня вишукана стилізація та інтерпретація, модерне трактування орнаменту як складної семантичної схеми, базованої на принципах фрактальної геометрії, інспірованих історичними стилями в поєднанні з етнокультурою, дає змогу сформувати новий ракурс в українському сакральному стінописі ХХ ст. Проектно-художній досвід Модеста Сосенка (1875–1920) упорядження численних сакральних інтер'єрів становить вагомий джерельну базу для формування нових розробок у галузі об'ємно-просторового дизайну в інтер'єрах сучасної сакральної архітектури.

Ключові слова: фрактальна геометрія, орнаментальна схема, стінопис, сакральний інтер'єр, Модест Сосенко.

Violetta RADOMSKA,*orcid.org/0000-0001-6868-868 X**Senior Lecturer at the Department of Design and Fundamentals of Architecture**Lviv Politechnic National University**(Lviv, Ukraine) v.r.adomska@gmail.com*

FRACTAL GEOMETRY IN THE STRUCTURE OF MURALS LOCATED IN INTERIOR SPACES (AS BASED ON THE EXAMPLE OF POLYCHROME PAINTINGS BY MODEST SOSENKO)

The article is dedicated to application of fractal geometry principles in artistic and project practice with the purpose of ensuring the structural organization of figurative, stylistic, and artistic infrastructure of interior environment of sacred buildings. The ornamental segments of murals, which are the essential constituent component of theological and functional infrastructure of the Ukrainian sacred architecture interior, have been analyzed. Close attention has been paid to establishing the interconnection between fractal geometry and creation of complex ornamental patterns within the general scope of murals. The geometric algorithms and the sources of inspiration for separate motives becoming the elements of ornamental morphological schemes of narrative polychrome paintings that are located in the interiors of Christian temples have been identified. The separate focus of research has been placed on the means and techniques of forming ornamental compositional schemes in sacred murals by Modest Sosenko, a proclaimed Ukrainian monumentalist of the first quarter of the XX century.

The major aim and objectives of the research are to determine the means and techniques of applying the principles of fractal geometry, which can be observed in the complex ornamental schemes and patterns of murals by Modest Sosenko, a Ukrainian monumentalist of the first quarter of the XX century.

The theory of fractal geometry is based on a The historical approach has been applied to identify the general characteristics that form the notion of fractal geometry; the method of comparative analysis and synthesis has been used for the morphological analysis of ornamental segments of murals by Modest Sosenko; the psychological methodology of visual perception of interior space has served the purpose of justifying the presence of a certain algorithm, particularly the principle of fractal geometry, in ornamental schemes.

very simple idea that the infinite in their beauty and variety quantity of shapes can be obtained from relatively simple constructions by using such two techniques as copying and scaling. A fractal is a geometric figure, which possesses the property of self-similarity and consists of a few constituent components that fully resemble the figure in general. The concept of fractality is based on the ability to distinguish objects of different scale according to the hierarchical principle of organization. The main hypothesis underlying the notion of fractals is self-similarity, which can be made more complex by forming new schemes. The basic element of a fractal is a mathematic formula, which can be applied not only for the search of an algorithm and creation of a new program for the conceptual proposal of an architect, but also for solving the problems of artistic and project organization of interior space in sacred buildings, in which the monumental art (polychrome paintings, mosaics, graffiti, stained glass, etc.) fulfills the functional, figurative, and aesthetic roles. We have not found the separate research study that would determine the major principles of applying the fundamentals of fractal geometry for creating polychrome paintings in architectonics of interior space in sacred buildings. The aim of the current research is to distinguish the regularities and the forms of fractal geometry in ornamental schemes of polychrome paintings by Modest Sosenko, which are located in the interior environment of sacred buildings on the terrains of Lviv region (Archangel Michael Church (Arkhystratyh Mykhail Church) in Pidberiztsi village, 1907–1910; Church of the Assumption of Virgin Mary (Uspinnia Bohorodytsi Church) in Poliany village, 1911). On the cusp of the XIX and XX centuries, the European tendency of modern stylistics inspired the application of ornamental decoration in all kinds of artistic works. Ornament became significant, ideologically rich, and aesthetically grounded in all creative works, particularly in decorative and monumental art in synthesis with architecture. Modest Sosenko introduced the methodological direction into the search of stylistic identification of monumental works of the Ukrainian school. The appeal to national Ukrainian ornament and ancient Byzantine examples, as well as the profound study of the theoretical research on the topic of ornament allowed him to determine the major principle serving as the fundamental basis of his unique ornamental schemes. These were the rules of geometric subordination and repetition that formed the primary elements of composition, which were gradually becoming more complex and created brand-new forms and structures. As based on the principle of construction, fractals can be classified into geometric, dynamic, and natural. The works of Modest Sosenko are conforming to the principle of fractals, which are created with the help of geometric manipulations with the source figure in the structure of ornamental compositional scheme. The principles of creating geometric fractals can be useful for the modern technology of organizing theological and rite infrastructure, dimensional and spatial decoration and arrangement of stylistic interior in sacred architecture.

Having analyzed the examples of authentic polychrome paintings by Modest Sosenko, which were created in the first quarter of the XX century for decoration of sacred interiors, we have outlined the interesting regularities of locating compositional schemes that were intuitively based on the principles of fractal geometry. The morphological graphic modeling of polychrome paintings by Modest Sosenko has shown that with the help of placing, interconnecting, and scaling simple geometric figures, such as a circle, a square, a rectangle, a triangle, etc., one can create a complex scheme of ornamental uniqueness. The prospects of further exploration in this direction should be connected with studying and integrating the principles of fractal geometry into contemporary artistic design and architectural practice of arranging interior spaces, particularly in sacred architecture. The historical experience and the contemporary approach will ensure more logical and grounded integrity of stylistics and conceptual ensemble of interior spaces and architectonics of a building. It is expected that such conceptual comprehensive approach will cease the profanity and lack of taste in organization of environment of modern temples, which are designed without the participation of interior designers.

Key words: fractal geometry, ornamental scheme, mural, sacred interior, Modest Sosenko.

Постановка проблеми. Принципи фрактало-подібного формоутворення в об'ємно-просторовій конструкції архітектурної будівлі застосовуються з давніх часів. Однак використання фрактальних правил побудови в архітектурі та інтер'єрах далеко не завжди виявлялося математично вивіренним. У пошуку і створенні художньо виразних пропорцій, архітекторів і дизайнерів вели їхні інтуїція та почуття гармонії. З часом науково-теоретична аналітика історичного досвіду дає змогу застосовувати в сучасній архітектурно-художній практиці синтез інтуїтивного пошуку та свідомого алгоритму для формування гармонійного предметно-просторового середовища в системі органі-

зації упорядкування інтер'єру сакральної споруди. Застосування принципів фрактальної геометрії становить дієвий засіб у процесі поєднання окремих частин композиції, долучення та систематизації елементів у певній послідовності, їхньому взаємозв'язку, що переходить у гармонію та творить цілісність сприйняття.

Аналіз досліджень. Поняття фрактал і фрактальна геометрія, які з'явилися в кінці 70-х років і увійшли у вжиток сучасних математиків і програмістів, висвітлені у багатьох матеріалах вітчизняних та закордонних електронних ресурсів (Дженке, 2010; Погодаєва, 2010; Тарасенко, 2010; Eglash, 2005). Слово «фрактал» утворене від

латинського «*fractus*» і в перекладі «складається з фрагментів», було запропоноване Бенуа Мандельбротом у 1975 р. для позначення нерегулярних, проте слабоподібних структур, якими він займався. Об'єкти, які тепер називаються фракталами, досліджувались задовго до того, як їм було дано саме цю назву. В етноматематиці, наприклад у роботах Рона Еглаша «Африканські фрактали», задокументовано фрактальні геометричні фігури в мистецтві тубільців (Eglash, 2005). У 1525 р. німецький митець А. Дюрер опублікував свою працю «Керівництво художника», один із розділів якої має назву «Черепичні шаблони, утворені пентагонами» (Мандельброт, 2009: 656). Ідею «рекурсивної самоподібності» було висунуто філософом Лейбніцом, який також розробив велику кількість деталей цієї теорії (Погодаєва, 2010). У 1904 році Гельге фон Кох, незадоволений занадто абстрактним та аналітичним значенням функції фракталу, розробив більш геометричне означення, яке отримало назву сніжинки Коха (Мандельброт, 2009: 658). Ідею самоподібних кривих було далі розвинено Полем П'єром Леві, який у своїй роботі 1938 р. описав нову фрактальну криву, відому зараз як «Крива Леві» (Погодаєва, 2010).

У сучасних дослідженнях проблематику фрактальної геометрії розглянуто здебільшого в контексті формування архітектурного образу, об'ємно-просторового моделювання архітектурної будівлі чи урбаністичного простору (Айрапетов, 2006: 306; Бабич, 2009: 45; Дженкс, 2008; Добрицька, 2007: 469; Кропанева, 2009; Haggard, 2006: 102). Однак поза увагою залишається практичний досвід використання теорії фрактальності в художньо-дизайнерській практиці для формування інтер'єрного простору за посередництвом стінописів, які є структурним сегментом у богословсько-естетичній інфраструктурі формування сакрального простору. Окремого дослідження, де б визначались основні принципи застосування фрактальної геометрії для розробок поліхромій в архітектоніці інтер'єрного простору сакральних будівель не виявлено.

Мета статті – прослідкувати вплив закономірностей фрактальної геометрії на формування орнаментальних схем у стінописах Модеста Сосенка (1875–1920) для інтер'єрного середовища сакральних споруд на теренах Львівської обл. (церква Архистратига Михаїла, с. Підберізці, 1907–1910; церква Успіння Богородиці, с. Поляни, 1911 р.)

Виклад основного матеріалу. Фрактальний принцип розвитку природних і геометричних об'єктів стрімко проникає в структуру архітек-

тури. Архітектори у своїй творчості використовують фрактальність архітектурних форм (Айрапетов, 2006: 308). Одне з визначень фракталів свідчить, що це геометрична фігура, яка складається з частин, що є зменшеною копією цілого. Це трактування дає змогу ставитися до фракталу як до об'єкта геометрії, що стає сегментом архітектурного формоутворення (Айрапетов, 2006: 310; Добрицька, 2007: 467; Тарасенко, 2007: 20; Haggard, 2006: 93). Архітектура в багатьох своїх проявах є своєрідним мімесисом – основний принцип творчої діяльності митця з імітацією або репрезентацією відображення природи, її принципів, будови, форм, конструкцій, поверхонь, поєднання кольорів і так далі (Кропанева, 2009; Haggard, 2006: 122). Повторення законів природи в архітектурному формоутворенні дало змогу нашим попередникам на інтуїтивному рівні створити дослівно «фрактальні» будівлі (Айрапетов, 2006: 317; Риккерт, 1998: 245). Наприклад, споруда з елементами фракталу «трикутник Серпінського» – Ейфелева вежа. Вправно використані геометричні елементи самоподібності, характерні для фракталів з їхньою природою різного масштабування є дуже вдалим використанням у споруді. Розташування, конструкції та розміри куполів церков, сформовані в одній площині плану з осью симетрії, також мають у своїй будові фрактальну структуру (тип «серветки» Серпінського з колами). Спіралеподібні форми, що відображають один із поширених фрактальних алгоритмів у природі, використовуються і в штучному середовищі, включно з архітектурою і дизайном (спіральний декор дахів, металеві візерунки огорож і ґрат, твори декоративно-прикладного мистецтва, декоративно-монументальні стінописи тощо). Якщо фрактальна геометрія стає успішним інструментом для творення краси штучного середовища, то чи справедливо розглядати це поняття лише у ракурсі технічного інструменту? Фрактал – це наука чи краса?

На зламі XIX–XX ст. нова тенденція європейської стилістики модерну інспірує орнаментику в усі напрями та види художньої діяльності. Орнамент стає важливим, ідеологічно насиченим та естетично вмотивованим у будь-якій структурі художнього твору. Саме на поч. XX ст. на теренах Галичини активно розвиває нові тенденції монументального мистецтва, зокрема в інтер'єрах сакральної та громадської архітектури, митець Модест Сосенко (1875–1920), який створив неповторні ансамблеві зразки поліхромій та іконостасів для 12-ти сакральних об'єктів. Модест Сосенко впровадив методичний напрям у пошук стильової

ідентифікації монументальних творів саме українського спрямування. Аналогія вже відомих фрактальних елементів, до прикладу «килим Серпінського», досить яскраво корелюється з характерними схемами орнаментальних елементів у структурі стінописів Модеста Сосенка. Польський математик Вацлав Серпінський запропонував фрактал для побудови якого використовується суцільний квадрат, що розчленовується на дев'ять рівних квадратів, і видаляється середина центрального квадрата. На другому кроці видаляються вісім центральних квадратів із решти 8 квадратів і так далі. Після безконечного повторення цієї процедури від суцільного квадрата залишається замкнута підмножина – килим Серпінського (Haggard, 2006: 98; Добрицына, 2007: 469; Рикерт, 1998: 245). За подібним принципом утворюється схема фракталу – трикутник Серпінського. Подібність і структурність орнаментального сегменту у розробці Модеста Сосенка є очевидною. Такий композиційний прийом часто зустрічається та активно застосовується в його численних проєктах, реалізованих архітектурних поліхроміях та іконостасах. Зокрема, саме природа прототипів орнаментальної схеми українських і візантійських зразків, на яких базується особлива стилістика поліхромій Модеста Сосенка, виконаних у сакральних інтер'єрах у першій чверті XX століття, яскраво демонструє структурну присутність та інтуїтивне укладення певного алгоритму – логічного формування схем із співвідношенням елементів композиції засобами симетрії, асиметрії, статики і динаміки, нюансу та контрасту, ритмом. У композиційному аспекті в схемах автором передбачено симетрію й асиметрію, які побудовані на основі підпорядкованості другорядних, асиметричних частин головній симетричній формі. За такого підпорядкування виникає візуальна рівновага всієї композиції. Якщо з головної осі симетрії в орнаментальних схемах забрати домінуючий елемент, то розвинеться динаміка від головної осі симетрії до периферії, форма та структура розпадається і втрачається її цілісність. Зіставлення і сприйняття форми орнаментики на площині архітектонічних деталей підпорядковані компактності з певним інструментом різноманіття: для абсолютної самостійності елементів та чіткості їх читання – вільне розміщення; цілісність форми – торкання елементів; перетин (ефект прозорості) – абсолютна цілісність, відсутність домінуючого елементу чи форми; накладання та врізання форми – цілісність форми, композиційна плановість. Графологічний аналіз композиційних схем орнаментики Модеста Сосенка вия-

вив поширений засіб геометричного копіювання концентричного кола, які за системного та симетричного зміщення навколо осі утворюють нову композиційну форму «квіткові розетки». Звичайно, застосовано не просто геометричну форму чи фігуру, використовується її силует (наприклад, радіус кола, грані трикутника чи квадрата), який заповнюється площинами та лінійними елементами, що і творить цільний модуль композиційного патерну, стрічкової чи замкнутої орнаментальної композиції. Такі ж методи утворення орнаментальної композиції часто застосовуються у формуванні більш конкретного силуету, до прикладу на основі використання співмасштабності геометричної фігури – квадрат. Такого типу геометризація сегментів орнаментальної схеми в системі стінописів дає змогу вдало підкреслювати архітектонічне мистецтво інтер'єру або за потреби його нівелювати чи трансформувати. Для виявлення багатоплановості та різноманітності схем митець застосовує прийом одночасного поєднання кола та квадрата, укладених у певній ієрархічній композиційній і колористичній підпорядкованості. Для організації декількох елементів у гармонійну композицію необхідно виявити єдність їхнього пластично-фактурного і колористичного рішення, образно-змістовно розкрити тему. Єдності можна досягати і шляхом підпорядкування складових елементів об'єкта. Цю тенденцію спостерігаємо в організації інтер'єрного простору за посередництвом стінописів Модеста Сосенка. Саме для досягнення композиційної рівноваги загалом автор вмотивовано узгоджує пропорції та маси, виділяє центри та пластичні, ритмічні побудови і розташування поліхромій загалом. Рівновага безпосередньо залежить від підпорядкованості колірних, тональних і фактурних відносин окремих частин між собою (орнаментальні партії, сюжетні зображення тощо) і загального художньо-богословського впорядкування інфраструктури інтер'єру сакральної архітектури. Авторська закономірність організації елементів значною мірою базована на колористичній гармонії. Ілюзорне змінювання кольорів за основними характеристиками (колірним тоном, світлістю та насиченістю) створює взаємовплив та відповідні додаткові ахроматичні та хроматичні контрасти. Митець уміло прораховує ілюзорну зміну (ірадіацію) колористики, використовуючи ці принципи на практиці для формування гармонійного послідовного контрасту. Не менш важливу роль у цьому укладанні відіграє формула тонального колористичного співвідношення площини – лінії, домінуючі, нюансу та контрастності,

що підсилює психологію сприйняття та функціональне призначення інтер'єрного середовища.

У структурах орнаментальних патернів (рапортних композиціях із простих геометричних фігур), які Модест Сосенко часто використовує для підсилення архітектонічного устрою інтер'єру, яскраво присутній основний принцип фрактальної геометрії – алгоритм впорядкованості, що й утворює цю неповторну ієрархію сприйняття цілості за принципом «від простого до складного».

Висновки. Отже, розглянувши зразки автентичних поліхромій Модеста Сосенка, створених у першій чверті ХХ ст. для організації сакральних інтер'єрів церков, встановлено цікаві закономірності композиційних схем, зокрема орнаментальних, які інтуїтивно базовані на принципах фрактальної геометрії. Модест Сосенко провадив методичний напрям у пошуку стильової ідентифікації монументальних творів саме українського спрямування. Звернення до народного українського орнаменту, давніх візантійських першовзорів і глибоке вивчення теоретичних досліджень про орнамент дали йому змогу встановити основний принцип, на якому й побудовано унікальні схеми – правила геометричної підпорядкованості

та повторюваності, що і формує первинні елементи композиції, які поступово ускладнюються, утворюючи цілком нові конфігурації та ускладнені структури. Морфологічне графічне моделювання композиційних модулів поліхромій Модеста Сосенка свідчить, що за допомогою укладання простих геометричних фігур – кола, квадрата, прямокутника, трикутника тощо – можна створити складну схему неповторності.

Перспективи подальших розвідок варто пов'язувати з вивченням, розробленням методів, прийомів інтегрування в сучасну художньо-дизайнерську та проектно-архітектурну практику принципів фрактальної геометрії для більш контрольованого упорядження інтер'єрних просторів за посередництвом стінописів та інших артоб'єктів. Історичний досвід і сучасний підхід дадуть змогу більш логічно та вмотивовано забезпечити цілісну стилістику та концептуальну ансамблевість інтер'єрного простору з архітектонікою будівлі. Є надія, що саме такий концептуальний комплексний підхід зупинить профанацію та несмак наповнення інтер'єрного середовища сучасних храмів, які проектуються без участі дизайнерів внутрішнього упорядкування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Айрапетов А. Проблемы применения фрактальной теории в архитектуре. *Вопросы теории архитектуры. Архитектурно-теоретическая мысль Нового и Новейшего времени* : сб. научн. тр. Москва : КомКнига, 2006. С. 305–320.
2. Бабич В. Фрактальные структуры в планировке и застройке города. *Академический вестник № 2. УралНИИ-проект* : РААСН, 2009. С. 45–47.
3. Дженкс Ч. Новая парадигма в архитектуре / пер. с англ. А. Ложкин, С. Ситар. *Радизайн. 2008. Електрон. дані. 2008–2010*. URL: <http://cih.ru/ae/ad37.html>.
4. Добрицына И. От «решетки» к «фракталу». Влияние идей нелинейной науки на архитектурно-градостроительное мышление. *Градостроительное искусство: новые материалы и исследования*. Москва : КомКнига, 2007. Вып. 1. С. 464–470.
5. Кропанева Е. Оценка архитектурных качеств среды города на основе фрактальных структур : автореф. дисс. ... канд. арх. наук. Екатеринбург, 2009. 24с.
6. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. Москва : Институт компьютерных исследований, 2002. 656 с.
7. Погодаева Е., Четвериков С. Теория фракталов и ее применение. *Refoman*. Електрон. дані. 2010. URL: <http://www.refoman.ru/c/60/ref/3922/index1.1.html>.
8. Риккерт Г. Науки о природе и науки о культуре. Москва : Республика, 1998. 410 с.
9. Тарасенко В. Метафизика фрактала. *Библиотека RIN. ru*. Електронні дані. 2010. URL: <http://lib.rin.ru/doc/i/41969p.html>.
10. Тарасенко В. Основания концепции фрактала. *Общая и прикладная фенология*. № 1. Москва, 2007. С. 14–22.
11. Eglash R. African Fractals: modern computing and indigenous design 2005. 258 p. Електронні дані. 2017–2020. URL: <http://www.rpi.edu/~eglash/eglash.htm>.
12. Haggard K., Cooper P. Fractal Architecture: design for sustainability. California, 2006. 158 p.

REFERENCES

1. Airapetov, A. (2006). *Problemy primeneniia fraktalnoi teorii v arkhitekture* [Problems of applying fractal theory in architecture]. *Voprosy teorii arkhitekтуры. Arkhitekturno-teoreticheskaia mysl Novogo i Noveishego vremeni: sb.nauchn. tr.* Moscow : KomKniga, pp. 305–320 [in Russian].
2. Babich, V. (2009). *Fraktalnyiye struktury v planirovke i zastroyke goroda* [Fractal structures in planning and urban development]. *Academic Herald UralNIIProject RAASN*, vol. 2, pp. 45–47 [in Russian].
3. Jencks, Ch. (2008-2010). *Novaia paradigma v arkhitekture* [The new paradigm in architecture] / [perevod s angl. A. Lozhkin, S. Sitar]. Radizain. URL: <http://cih.ru/ae/ad37.html> [in Russian].

4. Dobritsyna, I. (2007). *Ot "reshetki" k "fraktalu"*. *Vliianie idei nelineinoi nauki na arkhitekturno-gradostroitelnoe myshlenie* [From "a grid" to "a fractal". The influence of nonlinear science ideas on architectural and urban-planning thinking]. *Gradostroitelnoe iskusstvo: novye materialy i issledovaniia*. Moscow : KomKniga, vol. 1, pp. 464–470 [in Russian].
5. Kropaneva, E. (2009). *Otsenka arkhitekturnykh kachestv sredi goroda na osnove fraktalnykh struktur* [The evaluation of architectural features of urban environment as based on fractal structures]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Yekaterinburg. 24 p. [in Russian].
6. Mandelbrot, B. (2002). *Fraktalnaia geometriia prirody* [Fractal geometry of nature]. Moscow: Institut kompiuternykh issledovani. 656 p. [in Russian].
7. Pogodaieva, E., Chetverikov S. (2010). *Teoriia fraktalov i ee primeneniie* [Theory of fractals and its application]. Refoman. URL: <http://www.refoman.ru/c/60/ref/3922/index1.1.html> [in Russian].
8. Rikkert G. (1998). *Nauki o prirode i nauki o kulture* [Sciences about nature and sciences about culture]. Moscow: Respublika. 410 p. [in Russian].
9. Tarasenko, V. (2010). *Metafizika fraktala* [Metaphysics of a fractal]. Biblioteka RIN.ru. URL: <http://lib.rin.ru/doc/i/41969p.html> [in Russian].
10. Tarasenko, V. (2007). *Osnovaniia kontseptsyi fraktala* [Fundamentals of conception of a fractal]. *General and applied phenology*, vol. 1, pp. 14–22 [in Russian].
11. Eglash, R. (2005). African Fractals: modern computing and indigenous design. URL: <http://www.rpi.edu/~eglash/eglash.htm> [in English].
12. Haggard, K., Cooper, P. (2006). *Fractal Architecture: design for sustainability*. California. 158 p. [in English].