

УДК [62 : 111. 852] : 001.8 (045)

Гегер А. Д., аспірант,
Національний авіаційний університет, м. Київ

БАЗИС МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ВІЗУАЛЬНИХ РЕКУРСИВНИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ДИЗАЙНУ

Анотація: У статті здійснено системний аналіз ВРС в об'єктах дизайну. На базі аналізу виявлено, розкрито та формалізовано загальносистемні характеристики ВРС (елементи, правила, зв'язки) окреслено їх співвідношення. Запропоновано математичний апарат та закладено базис математичної моделі концептуального проектування ВРС для об'єктів дизайну.

Ключові слова: математична модель, системний підхід, рекурсія, візуальна рекурсивна система (ВРС), елементи ВРС, правила ВРС, зв'язки ВРС, дизайн.

Постановка проблеми. Стійка тенденція до виявлення та формування міждисциплінарних підходів у вивченні складних систем зумовлює інтерес до адаптації відповідних методів для дизайн-проектування. Явище коли система в ході свого існування створює власні точні та/або змінені копії, включає їх у свою структуру, взаємодіє з ними, та у час визначений правилами системи припиняє взаємодію отримало назву рекурсія [1]. Прояви рекурсивності у природних та штучних системах, їх використання у різних галузях науки та сферах життєдіяльності, зумовило інтерес вивчення можливостей застосування рекурсії в галузі проектування.

Приєм повтору композиційних елементів об'єкту або його частин в межах цього ж об'єкту при проектуванні забезпечує виникнення візуальних рекурсивних систем (ВРС). Виявлення та формалізація загальносистемних та специфічних характеристик ВРС та формування відповідного математичного апарату лягає в основу створення комплексної ієрархічної моделі ВРС. Рекомендаційний характер моделі ВРС для дизайн-проектування розширює сферу специфічних проектних засобів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Рекурсія знаходить застосування у різних галузях знань та групах дисциплін. У галузі математики

вчені дійшли висновку, що рекурсія дозволяє визначати алгоритми розв'язання задач [1; 10]. У галузі інженерної та комп'ютерної графіки дослідники вивчають побудову візерунків на основі рекурсивного руху [17]. Увага дослідників торкається рекурсивних художніх технік (міз-ан-абім, Ефект Дросте) [12, 13, 14]. Вчені виділяють геральдичні знаки, що містять в собі інші герби [8], фіксують моменти автопортретування [16; 18]; беруть до уваги оригінальні композиції, створені на основі вміщення декількох зображення одне в одне [1; 10; 15]; торкаються мистецтвознавчих аспектів ВРС в дизайні [3; 8]. Поодинокі дослідження піднімають питання рекурсивної структури об'єктів мистецтва [15]. Проте варто підкреслити поверхневий рівень опрацювання даної теми з точки зору формалізації проявів ВРС та формування відповідних математичних моделей.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є формування базису математичної моделі ВРС для об'єктів дизайну на основі застосування системного аналізу. Завданнями роботи є: 1) виявити загальносистемні характеристики ВРС, розкрити їх зміст; 2) розробити базис математичного апарату моделі концептуально проектування ВРС.

Викладення основного матеріалу. Можливість застосування математичних методів для опису візуальної рекурсії зумовлена системним характером її організації. Системний підхід є загальнонауковим напрямом заснованим на використанні математичних моделей систем будь якої природи та виявлення в них *загальносистемних* та *специфічних* закономірностей. Виділення об'єктів дизайну якості об'єкту дослідження зумовлено їх особливими властивостями – матеріальність та відтворюваність.

Інтерпретацію базових характеристик систем будь якої природи та складності, запропоновану у праці [3] покладено в основу виявлення *загальносистемних* характеристик ВРС. До них відносимо елементи правила та зв'язки ВРС.

Елементи ВРС – це найпростіші складові частини системи, що розглядають як неподільні. Поняття неподільності є умовним і визначається

залежно від конкретних завдань та класу системи. Виявлення у системі множини елементів дає можливість виділити структуру. При розгляді множини елементів суттєвими є властивості необхідні для конкретної задачі.

Елементами ВРС є множина $\{ E + E_1 + E_2 + \dots + E_n \}$ задана таким чином, що її спільний член можна представити у вигляді рекурентного співвідношення [2]: $\{ n \mid E_n = f(E_{n-1}) \}$. Множина елементів ВРС – $\{ E_{VRS} \}$, задається у вигляді: $\{ E_{VRS} \} = \{ e_p \mid p > 1..P \}$.

Під правилами ВРС розуміємо інваріанту в часі фіксацію ієрархії елементів системи, що зумовлює появу рекурсивної структури [9]. Основним принципом системології, що лежить в основі вивчення будь яких систем, в т.ч. ВРС, слід вважати однокроковий рекурсивний принцип. Він полягає в прийнятті в якості правила властивостей та взаємозв'язків компонентів системи безпосередньо нижчого рівня рівня та виводу з них у вигляді теорем властивостей системи даного рівня. Таким чином дійсною є закономірність: $f(n) \mid f(n - 1)$.

Основні правила системи можна узагальнити у дві групи. До першої відносимо характеристики пов'язані з ієрархічністю системи – R_I : кількість рівнів (підсистем), характер зв'язку між рівнями (підсистемами), ступінь централізації/децентралізації, ознаки членування систем на підсистеми.

До другої – ефективність функціонування системи тієї чи іншої структури R_{Ef} (відповідність типу структури задачі та середовищу реалізації): ефективність, надійність, стійкість.

Множина правила ВРС – $\{ R_{VRS} \}$ задається у вигляді:

$$\{ R_{VRS} \} = \{ r_t \mid t > 1..T \}, \text{ де } r_t = \langle R_I, R_{Ef} \rangle.$$

Ієрархію системи найзручніше задається в термінах теорії графів [9]. Прадерево G називається ієрархією над множиною елементів E якщо: його вершини є підмножинами E і при цьому E є коренем G ; множини E_{j1}, \dots, E_{jk} на кінцях дуг, що виходять з вершини E_j , задовольняються умовами:

$$\bigcup_{l=1}^k E_{jl} = E_j, E_{jl} \cap E_{js} = \emptyset, l, s = \overline{1, k}.$$

При цьому вершина (множина) A_j належить r -му рівню ієрархії, якщо шлях від кореня прадерева G до E містить r дуг. Множина будь якого рівня утворює множину елементів E , тобто:

$$E_i \cap E_j = \emptyset; ij = 1, 2, \dots, m \text{ та } \bigcup_i E_i = E.$$

Залежно від виду графа взаємозв'язків між підсистемами можна виділити різні типові структури. Для кожної підсистеми зв'язки зі своїми підлеглими підсистемами називаємо внутрішніми, а інші – зовнішніми.

Структурні зв'язки це співвідношення між компонентами системи засновані на взаємозалежності та взаємообумовленості. Зв'язки характеризують чинники виникнення, збереження цілісності та властивостей системи, шляхом визначають особливості взаємодії системних копій між собою. Основна функція структурних зв'язків полягає у забезпеченні єдності всіх компонентів системи, зумовлюючи її внутрішньою стійкістю та міцність.

Множина зв'язків ВРС та відношення між ними – $\{L_{VRS}\}$, задається у вигляді $\{L_{VRS}\} = \{l_q | q > 1..Q\}$.

Формалізація загальносистемних характеристик ВРС є передумовою формування комплексної моделі ВРС для об'єктів дизайну, тому виступає в якості її базису. Таким чином, *структура візуальної рекурсивної системи* (St_{VR}) є сукупністю внутрішніх правил (R) та зв'язків (L) системи:

$$St_{VR} = \langle R, L \rangle.$$

Візуальна рекурсивна система (S_{VR}) в свою чергу складається із елементарного складу (E) та структури (St_{VR}):

$$S_{VR} = \langle E, St_{VR} \rangle = \langle E, R, L \rangle.$$

Модель концептуального проектування ВРС в об'єктах дизайну можна представити кортежем у наступному вигляді:

$$M_{VRS} = \langle E, R, L, V \rangle,$$

де: $\{V\} = \{v_i | i > 1..I\}$ – множина варіантів задоволення задачі.

Висновки. Застосування загальнонаукових методів системології щодо матеріальних відтворюваних об'єктів дизайну, дозволила виявити, що ВРС

характеризуються множиною загальносистемних та специфічних характеристик. Загальносистемні характеристики є універсальними та характеризують ВРС всіх рівнів, природи на складу. До загальносистемних характеристик ВРС відносимо: елементи – E, правила – R та зв'язки – L. Множина елементів $\{E_{VRS}\}$ визначає художньо-образні характеристики ВРС. Множина правил $\{R_{VRS}\}$ спрямована на елементи ВРС зумовлює появу рекурсивної структури. Множина зв'язків $\{L_{VRS}\}$ забезпечує системну стійкість (на основі однокрокового рекурсивного принципу) та цілісність. Формалізація загальносистемних характеристик ВРС покладено в основу визначення поняття структури ВРС (St_{VR}), ВРС (S_{VR}) та формування моделі концептуального проектування ВРС для об'єктів дизайну (M_{VRS}).

Перспективи подальшого дослідження. Формування комплексної ієрархічної моделі ВРС для об'єктів дизайну на основі формалізації специфічних правил ВРС.

Література

1. *Анісімов А. В.* Інформатика. Творчість. Рекурсія / А. В. Анісімов. – Київ : Наукова думка, 1989. – 220 с.
2. *Бреховский С. М.* Основы функциональной системологии материальных объектов / С. М. Бреховский. - М. : Наука, 1986. – 192 с.
3. *Гегер А. Д.* Візуальна рекурсія у дизайн-проектуванні: формування концепцій рекурсивності / А. Д. Гегер, Н. В. Скляренко // “Теорія та практика дизайну” : зб. наук. праць. – К. : Комп'ютерпрес, 2014. – Вип. 6. – С. 29-35.
4. *Коцик В. А.* Этюды по теории искусства / В. А. Коцик, В. П. Рыжов, В. М. Петров. - М. : ОГИ, 2004. – 368 с.
5. *Морен Э.* Метод. Природа Природы / Эдгар Морен. – М. : Прогресс-Традиция, 2005. – 464 с.
6. *Нечипоренко В. И.* Структурный анализ систем / В. И. Нечипоренко. – М. : Советское радио, 1977. – 216 с.
7. *Основы моделирования сложных систем* / под. ред. д-ра техн. наук И. В. Кузиминой – Київ : Вища школа, 1981. – 360 с.
8. *Скляренко Н. В.* Рекурсивні системи у мистецтві та дизайні: питання класифікації / Н. В. Скляренко, А. Д. Гегер // “Теорія та практика дизайну” : зб. наук. праць. – К. : Комп'ютерпрес, 2012. – Вип. 1. – С. 172-178.
9. *Флейшман Б. С.* Основы системологии / Б. С. Флейшман. – М. : Радио и связь, 1982. – 368 с.

10. Хофштадтер Д. Гёдель, Эшер, Бах: эта бесконечная гирлянда. / Д. Хофштадтер. – Самара : Бахрах-М, 2001. – 752 с.
11. Цвиркун Д. А. Структура сложных систем / Д. А. Цвиркун. – М. : Сов. Радио, 1975, 200 с.
12. Эффект Дросте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>. – Загл. с экрана.
13. Dallenbach Lucien. The Mirror in the Text / Lucien Dallenbach. – University of Chicago Press, 1989. – 268 s.
14. Févry, Sébastien. La mise en abyme filmique: essai de typologie / Sébastien Févry. – LieMge : Ed. du CEFAL, 2000. – 175 s.
15. Gelernter, David. Recursive Structure / David Gelernter // [Electronic resource] / Режим доступа: <https://edge.org/response-detail/10574> – Назва з екрану.
16. Koerner, Joseph Leo. The Moment of Self-Portraiture in German Renaissance Art / Joseph Leo Koerner. – University of Chicago Press, 1997. – 564 s.
17. Liao, Guan-Ze. Geometric patterns design with recursive pursuit relative motions [Electronic resource] / Guan-Ze Liao, Chun-Wang Sun – Режим доступа: <http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/liao/index.html>. – Назва з екрану.
18. Woods-Marsden Joanna. Renaissance Self-Portraiture: The Visual Construction of Identity and the Social Status of the Artist / Joanna Woods-Marsden. – Yale University Press, 1998. – 296 s.

Аннотация

Гегер А. Д. Базис математической модели визуальных рекурсивных систем для объектов дизайна. В статье осуществлен системный анализ ВРС в объектах дизайна. На базе анализа выявлено, раскрыто и формализовано общесистемные характеристики ВРС (элементы, правила, связи) определено их соотношение. Предложен математический аппарат и базис математической модели концептуального проектирования ВРС для объектов дизайна.

Ключевые слова: математическая модель, системный подход, рекурсия, визуальная рекурсивная система (ВРС), элементы ВРС, правила ВРС, связи ВРС, дизайн.

Abstract

Heher Anna. The Basis of Mathematical Model of Visual Recursive Systems for art-design objects. The article provides a systematic analysis of VRS in art-design objects. Features of VRS are found. Specifications of VRS (elements, rules, links) are defined and described. The basis of mathematical model of VRS for art-design object are laid.

Keywords: mathematical model, system approach, recursion, recursive Visual System (VRS), VRS elements, VRS rules, VRS links, art-design objects.