

**ФУНКЦІОНАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ
СТВОРЕННЯ ВЕКТОРНИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

Т. І. Оліярник, А. В. Кудряшова

*Національний університет «Львівська політехніка»,
вул. Степана Бандери, 12, Львів, 79013, Україна*

У статті здійснено системне дослідження процесу створення векторних зображень із використанням методології функціонального моделювання IDEF0. Запропоновано формалізоване представлення етапів побудови та оброблення векторної графіки з урахуванням послідовності перетворення інформації від концептуального ескізу до завершеного цифрового об'єкта. Проаналізовано вхідні, вихідні, керуючі та механізмів змінні, що визначають ефективність функціонування системи. Контекстна діаграма відображає основну мету. На першому рівні декомпозиції виокремлено чотири взаємопов'язані функціональні блоки. Перший блок моделі спрямований на перетворення ескізу у векторний макет. Другий блок деталізує процес побудови геометричних структур. Раціональне структурування контурів сприяє забезпеченню масштабованості та стабільності зображення при подальших трансформаціях. Третій блок пов'язаний з етапом художнього опрацювання, де відбувається вибір колірних моделей, формування палітри, застосування текстур, градієнтів, прозоростей та типографічного оформлення. Четвертий блок описує процес фінальної підготовки векторного зображення до подальшого використання. Модель надає можливість систематизувати дії виконавця, забезпечити відтворюваність результатів, а також інтегрувати процедури контролю якості на різних етапах побудови зображення. Представлені функціональні блоки демонструють, що процес створення векторної графіки поєднує технічну точність математичних описів із творчими принципами дизайну. Розроблена модель має прикладне значення для фахівців комп'ютерної графіки та видавничо-поліграфічній галузі. Вона може бути використана як методологічна основа для оптимізації процесів у графічних редакторах, автоматизації створення типових об'єктів, розроблення інтелектуальних систем підтримки дизайнерської діяльності та навчання майбутніх фахівців.

Ключові слова: *моделювання, векторне зображення, комп'ютерна графіка, інформаційна модель, композиція, дизайн, системний підхід, оптимізація процесів.*

Постановка проблеми. Сучасне цифрове середовище характеризується інтенсивним розвитком засобів комп'ютерної графіки, серед яких особливе місце займають технології створення та оброблення векторних зображень. Векторна графіка є основою для більшості процесів проектування, візуалізації та друку. Проте, попри значну кількість програмних інструментів, відсутня цілісна формалізована

модель, яка б описувала процес створення та опрацювання векторних зображень як єдину функціональну систему.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. У сучасних дослідженнях помітна концентрація на автоматизації перетворення растрових даних у векторні формати, інтеграції векторних даних у CAD/BIM-процеси та стандартизації векторних робочих потоків. У [1] виконано огляд роботи трьох графічних редакторів і запропоновано протокол двовимірного аналізу зображень, що підкреслює практичну важливість послідовностей операцій у векторних середовищах для прикладних завдань. У [2] запропоновано підхід до автоматичної векторизації зображень на базі GAN (EdgeGAN). Робота ілюструє, що векторизація — це не одна операція, а ланцюг перетворень із чітко вираженою вхідною та вихідною інформацією. У [3] описано перетворення 2D-об'єктів у 3D-моделі, де кожен етап є окремим функціональним модулем. У [4] показано, що розбиття процесу на функціональні блоки підвищує відтворюваність і дозволяє інструментально впровадити контроль якості на кожному рівні.

Усі ці роботи підкреслюють потребу у формалізації послідовності виконання процесів з чіткими входами, виходами, керуванням і механізмами. Отже, дослідження, спрямоване на IDEF0-моделювання створення векторних зображень є актуальним.

Мета статті. Метою дослідження є розроблення IDEF0 моделей для процесу створення векторних зображень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Процес створення та обробки векторних зображень розглянуто з позицій системного підходу шляхом побудови функціональної моделі. На концептуальному рівні така модель відображає логічну послідовність перетворення інформації. Узагальнена контекстна діаграма (рис. 1) демонструє взаємозв'язок основних компонентів системи [5, 6].

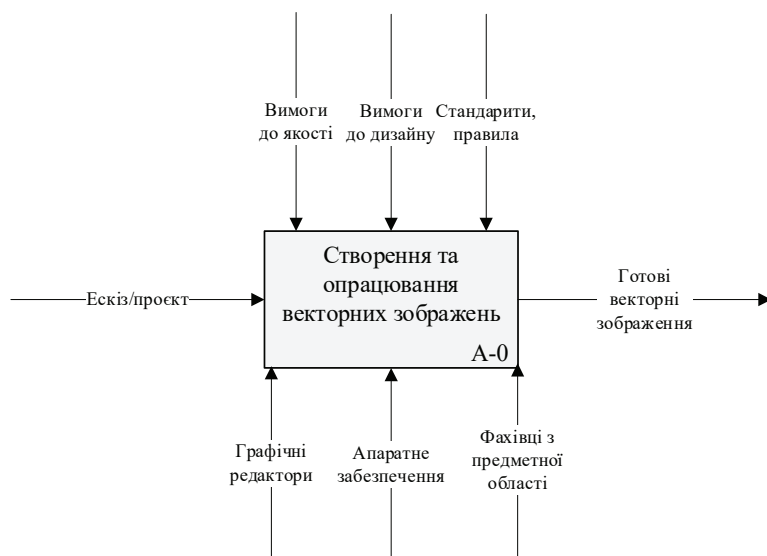


Рис. 1. Контекстна діаграма

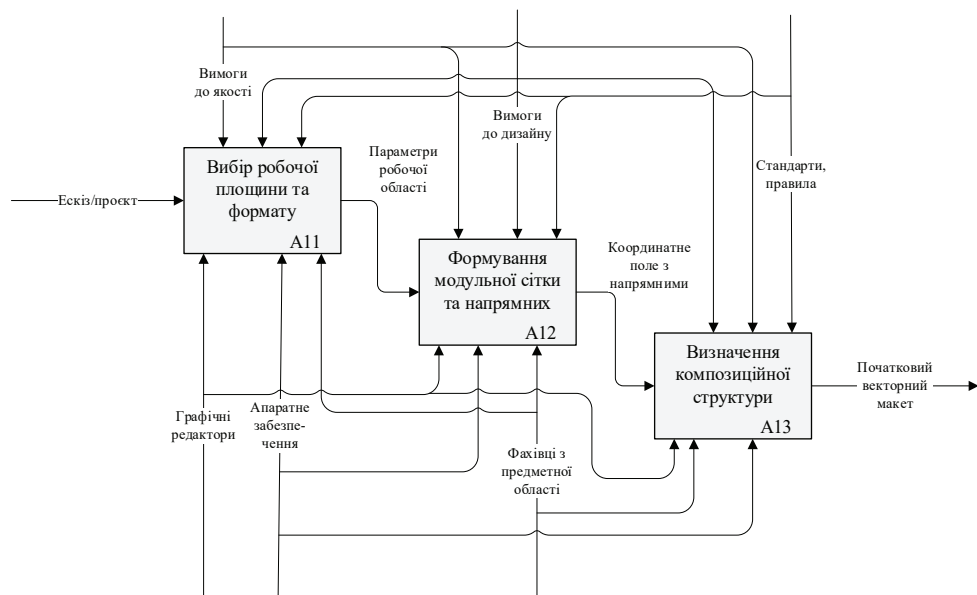


Рис. 3. Декомпозиція першого функціонального блоку

Другий етап полягає у деталізації композиції шляхом побудови геометричних структур (рис. 4). Основною метою є формування точних контурів і плавних переходів між сегментами. Рациональне використання опорних точок зменшує складність об'єкта, забезпечує його масштабованість і стабільність при подальших трансформаціях. Також визначається товщина ліній, характер їхніх з'єднань і обмежень, що впливає на якість візуалізації при друці. Для повторюваних структур створюються бібліотеки символів та компонентів, які дають змогу стандартизувати графічні елементи й прискорити процес моделювання. При потребі текстові об'єкти інтегруються у композицію як елементи шрифтового оформлення. Вибір типографічних параметрів (гарнітура, кегль, накреслення, колір) здійснюється з врахуванням загальної стилістики та призначення зображення.

Третій етап є переважно творчим процесом, оскільки визначає художню виразність і естетичну цілісність зображення. Основними завданнями є вибір колірної моделі, формування палітри кольорів, застосування градієнтів, патернів, текстур, прозоростей та режимів накладання. Типографічне оформлення також підлягає стилістичній оптимізації.

Фінальний етап спрямований на підготовку зображення до подальшого використання, зберігання або передавання. Здійснюється структурна оптимізація шляхів, зменшення кількості вузлів, очищення від невикористовуваних стилів, масок та прихованих об'єктів. Особливу увагу приділяють перевірячі цілісності контурів (відсутності розірваних шляхів). Також виконується перевірка прав на використання шрифтів і графічних елементів, що мінімізує ризики порушення авторського законодавства та підвищує рівень професійної відповідальності виконавця.

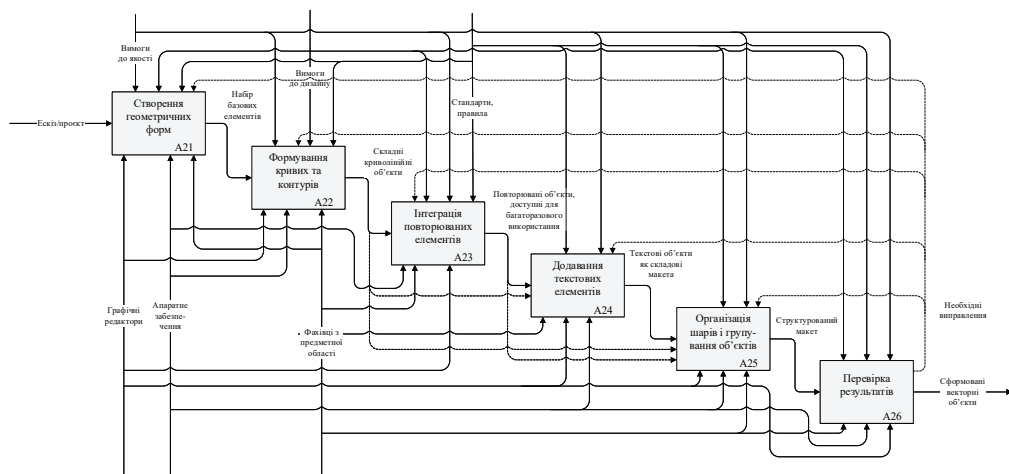


Рис. 4. Декомпозиція другого функціонального блоку

Висновки. Здійснено функціональне моделювання процесу створення векторних зображень із використанням методології IDEF0. Побудовано контекстну діаграму (A0), яка відображає загальну структуру процесу та взаємозв'язки між основними його компонентами: вхідними, вихідними, керуючими та механізмами реалізації. Здійснено декомпозицію моделі на чотири взаємопов'язані функціональні блоки, що відображають логічну послідовність етапів: від створення композиційного каркасу до підготовки завершеного зображення.

Розроблена модель забезпечує системне уявлення про взаємозалежність етапів створення векторних зображень, дозволяє виявити ключові чинники, що впливають на якість кінцевого результату, та створює передумови для подальшої автоматизації процесів у середовищах комп'ютерної графіки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Rodríguez-López S., Escobedo Martínez M. F., Junquera L., García-Pola M. Two-dimensional analysis of digital images through vector graphic editors in dentistry: new calibration and analysis protocol based on a scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. № 18 (9), 4497.
- Dong S., Wang W., Li W., Zou K. Vectorization of floor plans based on EdgeGAN. *Information*. 2021. № 12 (5), 206.
- Park S., Kim H. 3DPlanNet: Generating 3D models from 2D floor plan images using ensemble methods. *Electronics*. 2021. № 10 (22), 2729.
- Mishra S., Hashmi K. A., Pagani A., Liwicki M., Stricker D., Afzal M. Z. Towards robust object detection in floor plan images: a data augmentation approach. *Applied Sciences*. 2021. № 11(23), 11174.
- Collier Z. A., Gaskins A., Lambert J. H. Business process modeling for semiconductor production risk analysis using IDEF0. *IEEE Engineering Management Review*. 2022. № 51 (1). Pp. 183–188.

6. Шаховська Н. Б., Литвин В. В. Проектування інформаційних систем : навчальний посібник. Львів : «Магнолія-2006», 2011. 380 с.

REFERENCES

1. Rodríguez-López S., Escobedo Martínez M. F., Junquera L., García-Pola M. Two-dimensional analysis of digital images through vector graphic editors in dentistry: new calibration and analysis protocol based on a scoping review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021. № 18 (9), 4497.
2. Dong S., Wang W., Li W., Zou K. Vectorization of floor plans based on EdgeGAN. *Information*. 2021. № 12 (5), 206.
3. Park S., Kim H. 3DPlanNet: Generating 3D models from 2D floor plan images using ensemble methods. *Electronics*. 2021. № 10 (22), 2729.
4. Mishra S., Hashmi K. A., Pagani A., Liwicki M., Stricker D., Afzal M. Z. Towards robust object detection in floor plan images: a data augmentation approach. *Applied Sciences*. 2021. № 11(23), 11174.
5. Collier Z. A., Gaskins A., Lambert J. H. Business process modeling for semiconductor production risk analysis using IDEF0. *IEEE Engineering Management Review*. 2022. № 51 (1). Pp. 183–188.
6. Shakhovska N. B., Lytvyn V. V. Proektuvannia informatsiinykh system: navchalnyi posibnyk. Lviv: «Magnoliia-2006», 2011. 380 s.

doi: 10.32403/2411-3611-2025-2-48-9-15

FUNCTIONAL MODELING OF THE VECTOR IMAGE CREATION PROCESS

T. I. Oliyarnyk, A. V. Kudriashova

*Lviv Polytechnic National University,
12, Stepana Bandery, St., Lviv, 79013, Ukraine
alona.v.kudriashova@lpnu.ua*

The article presents a systematic study of the process of creating vector images using the IDEF0 functional modeling methodology. A formalized representation of the stages of construction and processing of vector graphics is proposed, taking into account the sequence of information transformation from a conceptual sketch to a finalized digital object. The input, output, control, and mechanism variables that determine the efficiency of the system's functioning are analyzed. The contextual diagram reflects the main objective of the process.

At the first level of decomposition, four interrelated functional blocks are distinguished. The first block of the model focuses on transforming a sketch into a vector layout. The second block details the process of constructing geometric structures. The rational structuring of contours contributes to ensuring the scalability and stability of

the image during further transformations. The third block corresponds to the stage of artistic processing, which includes the selection of color models, palette formation, and the application of textures, gradients, transparency, and typographic design. The fourth block describes the process of final preparation of the vector image for subsequent use.

The proposed model makes it possible to systematize the actions of the designer, ensure the reproducibility of results, and integrate quality control procedures at various stages of image creation. The presented functional blocks demonstrate that the process of creating vector graphics combines the technical precision of mathematical descriptions with the creative principles of design. The developed model has practical significance for professionals in computer graphics and the publishing and printing industries. It can serve as a methodological foundation for optimizing processes in graphic editors, automating the creation of standard objects, developing intelligent systems to support design activities, and training future specialists.

Keywords: *modeling, vector image, computer graphics, information model, composition, design, systems approach, process optimization.*

Стаття надійшла до редакції 15.10.2025.

Received 15.10.2025.