

УДК 004.92

**Володимир ТІГАРЄВ**

volodymyr\_t@ukr.net

**Евеліна МАХІЯНОВА**

evelinamakhiianova@gmail.com

**Анастасія МІТКОВА**

anastasiiamitkova96@gmail.com

м. Одеса

## АНАЛІЗ ГЕОМЕТРИЧНИХ ФОРМ ПРИ СТВОРЕННІ ОРНАМЕНТІВ ТА МЕТОДИ ЇХ ФОРМУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ СУЧАСНИХ САПР

*У роботі проведено аналіз геометричних форм елементів орнаментів та підхід до проектування і моделювання орнаментів засобами двовимірної комп'ютерної графіки. Показані можливі варіанти виконання елементів орнаментів в системі AutoCAD. Запропоновано варіанти автоматизації побудови орнаментів засобами систем AutoCAD.*

*Ключові слова: орнаменти, примітиви, складові форми, правила формування, траєкторія, форма, контур, методи побудови.*

Постановка проблеми: орнамент є основою багатьох дизайнерських, декоративних, архітектурних проєктів. Їх створення пов'язане з великою кількістю однотипних графічних побудов. У даній роботі проведено аналіз геометричних примітивів, їх комбінацій (блоків) та можливість побудови та автоматизації у сучасних САПР. Основою для реалізації поставленого завдання використовуються система AutoCAD.

Аналіз останніх досліджень і публікацій: на підставі проведеного дослідження літератури було визначено, що в основному для побудови орнаментів використовується найпростіші двомірні примітиви різної форми. Комп'ютерна реалізація представлена не достатньо, в основному розглядається ручна побудова елементів. Відсутній детальний аналіз закономірностей побудова орнаментів з використанням комп'ютерних технологій.

Формулювання цілей: метою роботи є аналіз примітивів геометричних орнаментів, правила їх формування і варіанти реалізації засобами систем AutoCAD.

Структура і класифікація орнаментів

Орнамент (рис. 1) (від латинського ornamentum – прикраса) – візерунок, що складається з ритмічно впорядкованих елементів, для прикраси предметів або архітектурних споруд. Відомий у всьому світі математик Г. Вейль назвав орнаментальне мистецтво «найдавнішим видом вищої математики, вираженої в неявній формі».

Актуальність теми полягає в постійному розширенні сфер застосувань орнаментального мистецтва в сучасному світі (не тільки в геометрії, а й в архітектурі, живопису, хімії, фізиці, техніці та ін.) вік.



Рис. 1. Орнамент в Архітектурі

Класифікація орнаменту. Завданням дослідження є аналіз різних видів орнаменту, їх близько 15–20, вибрати кілька типів найбільш підходящих для створення алгоритму, на основі яких можна буде здійснити різні реалізації цього орнаменту в системі AutoCAD. Вивчення принципів, закономірностей, особливостей симетрії і варіантів повторень. Відзначити основні закономірності побудови і характерні об'єкти які складають структуру окремо взятого орнаменту. Розглянути всі можливі варіанти поділу складних орнаментів на прості складові. Визначити перспективи розвитку даної теми і актуальність подальшого вивчення принципів алгоритмізації орнаменту. По використуваних в орнаменті деталям його можна розділити на такі основні види: геометричний, антропоморфний, каліграфічний, предметний, природний, рослинний.

Геометричний орнамент – включає в себе лінійні, просторові композиційні системи (рис. 2). Базою геометричного орнаменту є сувора послідовність і впорядкованість у використанні одних і тих же елементів. Геометричний орнамент характеризується не стільки різноманітністю фігур, скільки варіантністю їх виконання. Основним і найбільш типовим є ромб або поставлений на кут квадрат. Ромби можуть бути пересічені діагоналями, з відростками – продовженими сторонами, з гачками, маленькими ромбиками на кутах, можуть бути укладені в квадрати і ромби більшого розміру, розташовані рядами, накладені один на одного кутами і т. п. Часто вільне місце між окремими фігурами одного орнаменту заповнюються іншими фігурами, які не тільки доповнюють його, але й створюють новий візерунок. За своєю будовою цей вид орнаменту найбільш підходящий для алгоритмізації та подальшого викреслювання його в системі AutoCAD, тому що його легше розділити на примітивні геометричні фігури.



Рис. 2. Геометричний орнамент

Антропоморфний орнамент, або людиноподібний орнамент включає в себе зображення жіночих, чоловічих фігур і напів-фігур.

Каліграфічний орнамент складається з окремих букв і елементів тексту, виразних своєю пластичністю рисунку і ритму.

Предметний орнамент складають зображення військової геральдики, предметів побуту, атрибутів музичного та театрального мистецтва.

Природний орнамент. Головним мотивом є природа: морські хвилі, ореол полум'я, небесні світила, в тому числі сонце, місяць, часто у вигляді серпа, зірки, блискавки, елементи пейзажу.

Рослинний орнамент (рис. 3) є найпоширенішим орнаментом, після геометричного. У рослинному орнаменті присутні різноманітні частини рослин: листя, квіти, плоди, взяті разом або окремо. Цей вид на відміну від геометричного у своєму складі не має великої кількості правильних геометричних фігур, але його так само можна використовувати при алгоритмізації.



Рис. 3. Рослинний орнамент

Перш ніж приступити до створення орнаменту, потрібно в першу чергу визначити з яких елементів і контурів він складається. У своїй основі рослинний і геометричний орнаменти мають три простих елемента: кола, дуги, відрізки, сплайни.

Розбиття орнаменту на просту геометрію

Розглянемо кілька прикладів розбиття орнаменту на прості контури:



Рис. 4. Орнамент для розбиття на складові

Уважно вивчивши цей орнамент можна виділити такі основні елементи:



Рис. 5. Примітиви

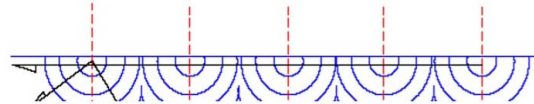


Рис. 6. Розбитий на складові орнамент



Рис. 7. Геометричний орнамент



Рис. 8. Примітиви геометричного орнаменту

На даному прикладі орнаменту можна помітити, що до його складу входить один простий геометричний примітив – ромб. За допомогою ромбів різного кольору і розмірів створюється основний початковий структурний елемент всього орнаменту, а потім за допомогою дзеркальних копій цього елемента формується повноцінне зображення. Простота у використанні геометричного орнаменту полягає в тому що при програмній реалізації побудови такого орнаменту використовуватиметься невелика кількість функцій, команд і складних перетворень.

Геометричний орнамент відрізняється від інших видів точністю розподілу, послідовністю і майже ідеальним просторовим відношенням елементів. Рослинний орнамент у своєму складі має як правило більше дуг, овалів, кіл і сплайнів, які якимось з великої множини способів з'єднуються і утворюють систему схожу на рослинність. При створенні рослинного орнаменту так само слід враховувати межі об'єкта який цей орнамент покликаний збагатити, процес проектування як правило повинен починатися з міркувань геометричних обмежень. Часто місця звивання «лози» повинні бути відрегульовані між кряями форми в якій створюється рослинний орнамент. Цей вид орнаменту може поширюватися трьома способами: дзеркальним відображенням у будь-якому напрямку, копіями по колу, або ж по певних траєкторіях. Нижче наведені приклади стрічки із зображенням рослинного орнаменту який полягає в центрі з листя (видозмінених еліпсів), зовні обвитий лозою (сплайном на кінцях завитим в спіралі). Перераховані вище елементи формують базовий об'єкт орнаменту, який поширюється в горизонтальному напрямку за допомогою копіювання вихідного об'єкта.

Можна виділити кілька способів, пов'язаних із створенням орнаменту, коротко розглянемо декілька з них. Крім того, будь-який вид орнаменту повинен мати такі важливі аспекти як гармонійні повторення, відчуття балансу і геометричних обмежень.

Визначення основної траєкторії, форми та контуру дуже важливі при проектуванні орнаменту. Основною траєкторією орнаменту може бути пряма зігнутої форми або такі прості контури як квадрат і коло.



Рис. 9. Рослинний орнамент

Основні принципи програмної, автоматизованої побудови орнаменту

AutoCAD – це система автоматизованого керування, яка надає можливість автоматизувати будь-які проекти, які стосуються побудови або створення графічних елементів, проектів і т.п.

Вбудовані інструменти програми дозволяють створювати орнаменти. Елементи створення орнаменту, без яких не можливо створити проект, це графічні примітиви: крапка, відрізок, дуга, коло. Команди редагування елементів: видалення, перенесення, масштабування, копіювання, обертання та інші.

Для того щоб створити будь-який дизайнерський проект, елемент, орнамент, необхідно пройти етапи проектування, які можна поділити з урахуванням виду діяльності:

- створення – це перш за все, використання базових ідей та стереотипів, які привнесуть нову думку та новий дизайнерський проект;
- редагування – привнесення нових варіації на основі створеного елемента;

– вибір – у цьому етапі полягає можливість направлення дизайнерського проекту на основі технічних даних;

– зміна – пошук ідеї та нових відображень взявши за основу геометричні орнаменти.

Такі методи як повторення, ритм, обертання, розмір є основними в даних типах орнаменту тому ми можемо визначити їх правила.

Повторення. На цій стадії можна розглянути три типи повторень, в деяких типах є 2 або 3 стадії процесу трансформації.

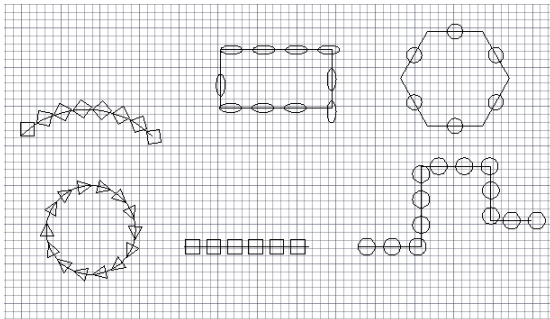


Рис. 10. Основні траєкторії

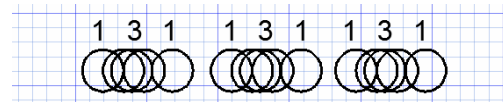


Рис. 11. Повторення з ритмом

До основних елементів орнаменту можна застосувати багато видів трансформації, але саме цей вид може включати в себе і повторення, і розтягування, і масштабування.

**Напрями копіювання елементів орнаменту може бути:**

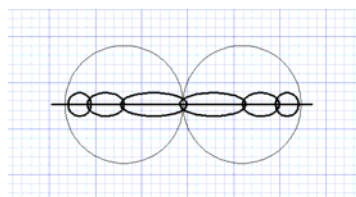


Рис. 12. З перетворенням форми

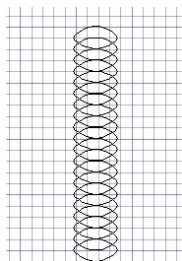


Рис. 13. Вертикальний масив

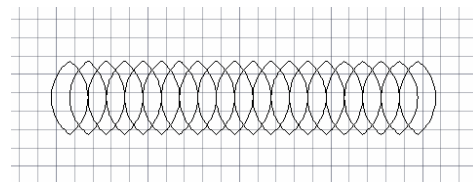


Рис. 14. Горизонтальний масив

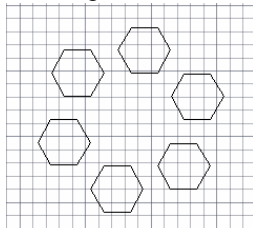


Рис. 15. Масив по колу

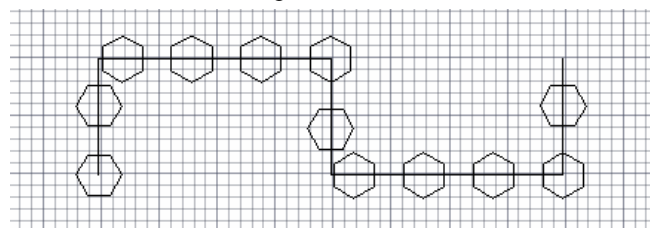


Рис. 16. За траєкторією

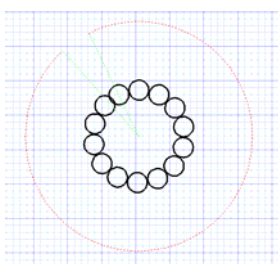


Рис. 17. Обертання навколо початкової точки

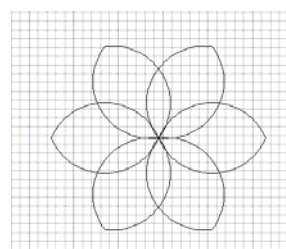
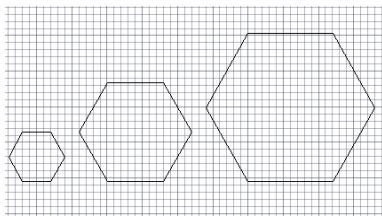


Рис. 18. Обертання від початкової точки



x1 x2 x3

Рис. 19. Масштабування

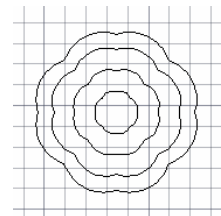


Рис. 20. Подоба або зміщення (еквідистантність)

Для створення складних орнаментів використовуються блоки.

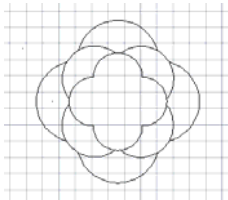


Рис. 21. Блок

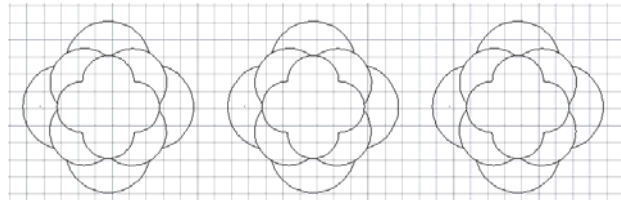


Рис. 22. Повторення блоків

Для створення розглянутих варіантів побудови та редагування елементів орнаментів у САПР AutoCAD існують наступні команди та інструменти: блоки (Make Block), обертання (Rotate), копіювання (Copy), окружність (Circle), еліпс (Ellipse), відрізок (Line), масив (Array), багатокутник (Polygon), полілінія (Polyline), прямокутник (Rectangle), масштаб (Scale), віднімання (Subtract), дуга (Arc).

Нами розглянуті різні варіанти правила створення орнаментів і команди їх реалізації в САПР AutoCAD. Ці правила мають різну частоту застосування при створенні орнаментів.

Всі ці правила можна використовувати для побудови нових орнаментів на папері вручну, але ми прагнемо автоматизувати цей процес тому виходячи з перерахованих правил можна скласти таблицю.

Таблиця частоти використання правил розповсюдження різних типів орнаменту.

Таблиця 1

Частота використання типів утворення орнаменту

Правила %										
Повторення						Поворот		Масштаб		
Тип		Напрямок				Навколо початкової точки	Від початкової точки	1x	2x	3x
3 ритмом	3 змінної форми	Вертикальне	Горизонтальне	По колу	За траєкторією					
46	54	12	27	40	21	52	48	23	45	32

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** У роботі було проведено дослідження та класифікація основних принципів створення орнаментів (геометричний, рослинний), та варіанти їх розповсюдження. Встановили основні структурні елементи кожного з типів орнаментів. Проаналізував декілька типів орнаментів, виявили частоту використання різних способів формування орнаменту та з отриманих даних склали таблицю. З'ясували яким чином можна автоматизувати цей процес з використанням САПР AutoCAD. Отримані результати дозволять створити систему автоматизованої побудови геометричних орнаментів. Для зручності і прискорення процесу побудови необхідно створити бібліотеку складових примітивів (блоків) орнаментів.

### Список використаних джерел

1. Симаков Е. Е. Орнаменты на плоскости [Текст] / Е. Е. Симаков // Молодой Ученый. — 2011. — № 5, Т. 1. — С. 129—133.
2. Михайленко В. С., Кащенко О. В. Основи біодизайну. — К. : Каравела, 2011. — 224 с.
3. Огюст Расинэ. Орнамент всех времен и стилей // Арт-Родник. — 2008. — 532 с.
4. Эллен Финкельштейн. AutoCAD 2009 & AutoCAD LT 2009 // Библия пользователя. — 1376 с.
5. Н. Н. Поляшук. «Самоучитель AutoCAD 2014» (серия «Самоучитель»). — БХВ-Петербург, 2014. — 464 с.

**Владимир ТИГАРЕВ, Эвелина МАХИЯНОВА, Анастасия МИТКОВА**  
г. Одесса

## **АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ФОРМ ПРИ СОЗДАНИИ ОРНАМЕНТОВ И МЕТОДЫ ИХ ФОРМИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ САПР**

*В работе проведен анализ геометрических форм элементов орнаментов и подход к проектированию и моделированию орнаментов средствами двумерной компьютерной графики. Показаны возможные варианты исполнения элементов орнаментов в системе AutoCAD. Предложены варианты автоматизации построения орнаментов средствами AutoCAD.*

*Ключевые слова: орнаменты, примитивы, составляющие формы, правила формирования, траектория, форма, контур, методы построения.*

**Volodymyr TIGARIEV, Evelina MAKHIANOVA, Anastasiia MITKOVA**  
Odessa

## **ANALYSIS OF GEOMETRIC SHAPES IN CREATING ORNAMENTS AND METHODS OF THEIR FORMATION USING MODERN CAD**

*The analysis of geometric shapes of ornamental elements and the approach to designing and modeling ornaments using two-dimensional computer graphics are analyzed. The possible variants of the execution of ornamental elements in the AutoCAD system are shown. Variants for automating the construction of ornaments using AutoCAD are suggested.*

*Key words: ornaments, primitives, elements form formation rules, trajectory, shape, contour, methods of construction.*

Стаття надійшла до редколегії 02.04.2017