

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

ЧЕЛОМБІТЬКО ВІКТОР ФЕДОРОВИЧ

УДК 517.95

ГЕОМЕТРИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ВІЗЕРУНКІВ
ПОЛІГРАФІЧНОГО ЗАХИСТУ ЦІННИХ ПАПЕРІВ
ЛІНІЯМИ ЗІ ЗМІННОЮ КРИВИНОЮ

05.01.03 – технічна естетика

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2015

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному університеті радіоелектроніки
Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: кандидат технічних наук, професор
Ткаченко Володимир Пилипович,
Харківський національний університет
радіоелектроніки (м. Харків),
завідувач кафедри медіасистем і технологій;

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Кардаш Олег Васильович,
Інститут аеропортів Національного
авіаційного університету (м. Київ),
професор кафедри комп'ютерних технологій
дизайну і графіки;

кандидат технічних наук, доцент
Сидоренко Олена Сергіївна,
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», (м. Харків),
доцент кафедри геометричного моделювання
та комп'ютерної графіки.

Захист відбудеться 25 лютого 2015 р. о 13 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.06 у Київському національному університеті будівництва і архітектури за адресою: 03680, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31, Вчена рада університету ауд. 466.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Київського національного університету будівництва та архітектури за адресою: 03680, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31, КНУБА.

Автореферат розісланий 23 січня 2015 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,

О. А. Бондар

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Комп'ютерні технології все ширше застосовуються у теоретичній базі сучасного дизайну - технічній естетиці, яка комплексно вивчає естетичні, функціональні, ергономічні і технічні аспекти формування предметно-просторового середовища. Потреби практики постійно націлюють на вивчення нових класів візерункових кривих з позицій технічної естетики, впровадження яких має базуватися на їх функціональних властивостях. В даній роботі розглянуто візерункові криві, які завдяки можливості компактного опису їх геометричних форм та кольорових гам доцільно використовувати для поліграфічного захисту паперів. Такі криві називаються гільошами і є графічними зображеннями у вигляді розеток, сіток, бордюрів та інших візерунків. Зазначимо, що крім степені захищеності гільошів від підробок для користувача важливим має бути також і фактор їх естетичного сприйняття.

У XIX столітті гільоші створювалися на механічних гільошних машинах. Впродовж століть технологія гільошів вдосконалювалася, і рівень складності їх композицій підвищувався. Із впровадженням обчислювальної техніки для виготовлення поліграфічних захисних елементів стали застосовуватися комп'ютери з програмним забезпеченням графіки, а також спеціалізовані програмні продукти, наприклад, компанії SecuritySoft Co.

Результати даної роботи спрямовані переважно на захист паперів спеціального призначення. Їх особливість полягає у тому, що після розробки у центральному офісі штатними засобами прийнятого дизайну візерункових кривих цінного паперу виникає необхідність тиражування його копій у регіональних офісах у різних містах країни (або світу). Це необхідно, наприклад, для забезпечення паперами спеціального призначення одночасного початку виконання клієнтами певної (фінансової) операції у всіх регіональних офісах. Зараз для пересилання копій у регіональні офіси використовують графічні файли, утворені в результаті сканування захисного візерунку.

Але навіть монохромні гільошні елементи є складними для тиражування способом утворення копій на сканері завдяки тому, що вони містять досить тонкі лінії побудови гільошу, щоб їх складніше було відтворити на цифровому копіювальному пристрої. Крім того, комп'ютерну програму для відтворення гільошних елементів може придбати й освоїти зловмисник – «фахівець» з підробки цінних паперів. Доцільніше було б передавати не зображення візерунку, а алгоритму побудови цього візерунка. Причому, для складання алгоритму доцільно було б використати *рівняння* візерункових кривих.

Тому актуальною буде розробка способу кодування дизайну візерункових кривих цінних паперів, зручного для тиражування, й такого, що очікувано складно піддається підробкам. При цьому головною вимогою до нового способу є те, що мінімальна зміна значень параметру в описі візерункової кривої має приводити до суттєвої зміни її форми. Для досягнення цього пропонується відійти від традиційного представлення ліній на базі тригонометричних формул у параметричному вигляді як «математичного забезпечення» механічних гільошних машин. Новий спосіб кодування візерункових кривих повинен

здійснюватися за допомогою відомих з диференціальної геометрії натуральних рівнянь (тобто ліній з керованою кривиною). Це дозволить створювати захисний дизайн візерункових кривих із «секретною» функцією зміни кривини лінії, що очікувано підвищить ступінь захисту її конфігурації.

Отже, пропонований спосіб кодування дизайну візерункових кривих поліграфічного захисту цінних паперів полягає у такому. Необхідно:

- задати функцію зміни кривини візерункової кривої залежно від зміни натурального параметра;

- задати коефіцієнт пропорційності для функції кривини в описі зміни кольору цієї кривої залежно від зміни натурального параметра;

- задати «секретні» значення таких факторів:

- а) натурального рівняння візерункової кривої (формула);

- б) коефіцієнту пропорційності визначення кольору кривої (число);

- в) параметрів, які впливають на її геометричну форму (числа);

- г) координат рамки, що обмежують огляд цієї кривої (числа).

В результаті одержано новий спосіб опису та побудови візерункових кривих, який дозволяє створювати захисні елементи з врахуванням зміни кривини лінії побудови, що підвищує вимоги на захист візерункових кривих від підробок, адже мала за величиною зміна параметрів при цьому суттєво впливатиме на «якісне» ускладнення дизайну візерункових кривих.

Як приклад реалізації нового способу, в роботі розглянуто візерункові криві переважно у вигляді графічних розет (розеток). Розета в мистецтві та архітектурі - це мотив орнаменту у вигляді пелюстків квітки, розташованих обертово-симетрично й радіально розбіжних із серцевини. Для побудови таких кривих поширеним є використання осей симетрії, які виникають в результаті обертання та накладання їх певних секторів. Запропонований в даній роботі спосіб не використовує поняття симетрії і дозволяє описувати в тому числі й «вихрові» розетки, що також підвищить ступінь захисту їх конфігурацій.

Опис візерункових розеток можна покласти в основу програмного забезпечення різноманітних технічних пристроїв, наприклад, блоку керування ілюмінацією колеса огляду, станків з ЧПК для виготовленні гільошей на поверхні годинників, зброї, кубків, скрипт-файлів 3d-принтерів, при розробці проєкційних лазерних спірографів, забезпечення спірального сканування для локаторів або томографів, розробки інтелектуальних систем для розшифровки таємничих «кіл на полях», тощо.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано на кафедрі інженерної та комп'ютерної графіки (зараз кафедра медіасистем і технологій) Харківського національного університету радіоелектроніки в рамках науково-дослідних тем № 250-1 «Дослідження та розробка оптимальних процедур передачі кольору в відкритих поліграфічних системах» та № 272-4 «Інформаційні технології автоматизованої обробки зображень та кольоровідтворення у відкритих поліграфічних системах».

Мета і задачі дослідження. Метою дослідження є розробка та впровадження комп'ютерної моделі опису та побудови естетично досконалих візерункових ліній, уздовж яких їх кривина змінюється за попередньо заданим законом, а їх

колір змінюється пропорційно зазначеній кривині.

Для досягнення мети у дисертації поставлено такі *основні задачі*:

- *здійснити* огляд та критичний аналіз відомих методів опису та побудови візерункових кривих (переважно гільош-розеток);
- *розробити* на основі натуральних рівнянь спосіб опису та побудови естетично досконалих візерункових кривих залежно від їх функцій кривини;
- *розробити* спосіб побудови локально-кольорової візерункової лінії, яка складається з періодично повторюваних кольорових ділянок, що змінюються пропорційно кривині;
- *розробити* спосіб коригування геометричної форми візерункових кривих за допомогою редагування функції кривини засобами *R*-функцій;
- *розробити* спосіб побудови візерункових ліній трикутнікоподібної та квадратоподібної форми;
- *розробити* способи редагування візерункових кривих, описаних натуральними рівняннями, а саме зсуву вздовж координатних осей, обертання та масштабування;
- *розробити* математичний апарат моделювання естетичних властивостей аркуша, що полягає у наперед обраній кольоровій гаммі;
- результати роботи *впровадити* при оформленні паперів візерунковими кривими, а також у навчальний процес Харківського національного університету радіоелектроніки.

Об'єктом дослідження є процес формоутворення дизайну естетично досконалих візерункових кривих, уздовж яких їх кривина та колір змінюються за заданим законом.

Предметом дослідження є математичне забезпечення алгоритмів формування вказаних геометричних об'єктів. Реалізація алгоритмів має здійснюватися, виходячи з характеру зміни кривини вздовж цих кривих за наперед заданим законом.

Методи дослідження. Розробка геометричних моделей здійснювалася на основі засобів прикладної геометрії, обчислювальної математики, диференціальної та аналітичної геометрії, елементів *R*-функцій. У практичній реалізації створених моделей та алгоритмів використано елементи комп'ютерного математичного програмування в програмному середовищі пакету Maple.

Теоретичною базою проведених досліджень були роботи таких авторів:

- у галузі технічної естетики Даниленка В.Я., Кардаша О.В., Кашенка О.В., Ковальова Ю.М., Кузнецової І.О., Мардера А.П., Михайленка В.Є., Ніцина О.Ю., Сазонова К.О., Яковлева М.І.;
- у галузі поліграфічного захисту паперів Дронюка І.М., Дурняка Б.В., Корочкіна Л.С., Ляхович О., Маресіна В.М., Назаркевича М.А., Пашкевича В.З., Різника В., Сабата В.І., Тимченко О.В.;
- у галузі натуральних рівнянь Бадаєва Ю.І., Борисенка В.Д., Войтюк Д.Г., Гнітецької Т.В., Захарової Т.М., Куценка Л.М., Несвідоміна В.М., Пилипаки С.Ф., Пустюльги, С.І., Спіцина В.Є., Устенка С.А., Щоголевої Т.І.;
- у галузі натуральних рівнянь у технічній естетиці Зіатдінова Р.А., Міури К.Т., Набієва Р.И., Arslan A., Kim T., Tari E., Yoshida N.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у такому.

Вперше запропоновано спосіб побудови:

- естетично досконалих візерункових кривих на основі комплексу даних, що складається з натурального рівняння кривої лінії, параметрів, які визначають її геометричну форму, коефіцієнта впливу на зміну кольору, а також з координат її габаритного прямокутника;
- локально-кольорової візерункової лінії, описаної натуральним рівнянням, яка складається з різнокольорових періодично повторюваних ділянок, що змінюються пропорційно кривині;
- візерункових кривих за умови коригування їх геометричної форми за допомогою редагування функції кривини засобами R -функцій;
- натуральних рівнянь плоских кривих, подібних трикутнику та квадрату за умови наявності у них внутрішніх або зовнішніх петель у кутових точках.

Удосконалено:

- операції редагування візерункових кривих, описаних натуральними рівняннями (зсуву, обертання та масштабування) з використанням розв'язку системи модифікованих диференціальних рівнянь Френе.

Отримав подальший розвиток:

- математичний апарат моделювання естетичних властивостей аркуша за умови наперед обраної кольорової гамми візерунків на базі натуральних рівнянь.

Практичне значення одержаних результатів. Результати дисертації дозволяють підвищити ефективність побудови естетично досконалих і захищених від підробки візерункових кривих шляхом спрощення генерування їх варіантів в умовах обмеженого часу. Крім того, дозволяють розробити програмне забезпечення блоків керування різноманітних реалізацій кривих у кольорі (ілюмінації колеса огляду, проєкційних лазерних спірографів, тощо).

Результати роботи передані до Харківської дирекції ПАТ «Банк Форум» (акт № 194/7 від 21.05.2014 р.) для проєктування поліграфічного оформлення паперів; до ТОВ «Видавництво „РАНОК”» для створення візерунків поліграфічного оформлення буклетів (акт № 75/15 від 19.02.2013 р.); і для навчального процесу Харківського університету радіоелектроніки при викладанні курсу «Захист інформації в поліграфії» (акт № 312-23 від 10.12.2013 р.).

Особистий внесок здобувача. Дисертантом самостійно запропоновані та розв'язані усі наведені у роботі задачі, розроблено алгоритми та відповідна їм комп'ютерна реалізація [1, 6–13]. У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать теоретична, математична та алгоритмічна реалізації візерункових кривих залежно від функції опису кривини вздовж них, застосування R -функцій для їх коригування. Участь співавторів полягає в обробці та певній систематизації отриманих результатів [2–5].

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи доповідалися та обговорювалися на: VIII міжнародній Кримській науково-практичній конференції «Геометричне і комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн» (м. Сімферополь, 2011 р.); VII Міжнародній науково-практичній конференції «Геометричне моделювання, комп'ютерні

технології та дизайн: теорія, практика, освіта» (м. Ужгород, 2011 р.); XIV Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми геометричного моделювання» (м. Мелітополь, 2012 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Теорія та практика дизайну», НАУ (м. Київ, 2012 р.); 9 Крымской международной научно-практической конференции «Геометрическое и компьютерное моделирование: энергосбережение, экология, дизайн», НАПКС (г. Симферополь, 2012 г.); XV Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми геометричного моделювання» (м. Мелітополь, 2013 р.); 3-ей Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии ИСТ-2014» (г. Харьков, 2014 г.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 17 робіт, 15 – у фахових виданнях, затверджених МОН України, 1 стаття в міжнародному науковому журналі. Із загальної кількості 11 праць написано одноосібно.

Структура та обсяг роботи. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел зі 135 найменувань та додатків. Робота містить 180 сторінок тексту та 127 рисунків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано її мету та задачі досліджень; сформульовано наукову новизну та практичне значення одержаних результатів; приведено відомості про апробацію результатів досліджень, публікації, які висвітлюють основний зміст роботи, а також її зв'язок з науковими програмами.

Перший розділ присвячено критичному аналізу відомих результатів.

Поширені способи генерування візерункових кривих гільоша базуються на використанні параметричних рівнянь. Композиції елементів у вигляді хвилястих ліній задаються формулами зі стандартними тригонометричними функціями, «зашитими» у графічні пакети. Типовими є формалізовані підходи до опису епі- і гіпоциклоїд за допомогою параметричних рівнянь:

$$\begin{aligned} x &= (R + r) \cos(mt) + (r + p) \cos\left(\frac{m(R + r)}{r}t\right) + Q \cos(mt); \\ y &= (R + r) \sin(mt) - (r + p) \sin\left(\frac{m(R + r)}{r}t\right) + Q \sin(mt), \end{aligned} \quad (1)$$

де t - параметр, а іншими буквами позначені «секретні» параметри, що впливають на геометричну форму візерунка розеток.

Нові зображення можна моделювати, змінюючи параметри формул (1). На цій основі будуються складні геометричні візерунки – бордюри, розетки, сітки. Досвід показує, що шляхом ускладнення аналітичних залежностей формул (1) важко суттєво ускладнити візерунок розетки. При деякій навичці можна створити програму підбора «секретних» параметрів для одержання даного зображення розетки. Тому застосовуються нестандартні прийоми опису

й побудови розеток; наприклад, у полярній системі координат з використанням полярного радіуса

$$\rho = a^2 \left[\left(1 + \frac{1}{n} \right)^2 + \left(\frac{1}{n} \right)^2 - 2 \left(\frac{1}{n} \right) \left(1 + \frac{1}{n} \right) \cos(n\varphi) \right], \quad (2)$$

де φ – полярний кут, а n - параметр форми кривої (епітрохоїди).

На рис. 1 зображені типові розетки з бібліотеки гільош-дизайнерів. На рис. 2 наведені приклади реальних гільошей із фрагментами розеток.

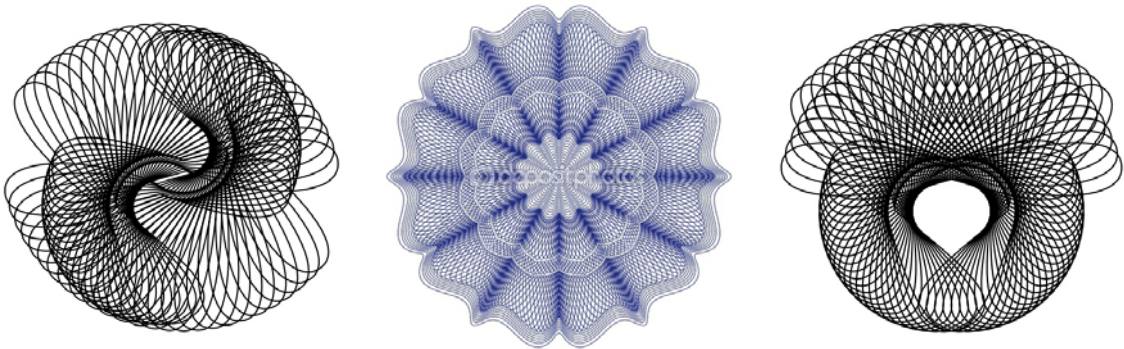


Рис. 1. Типові розетки для гільош-дизайнерів.

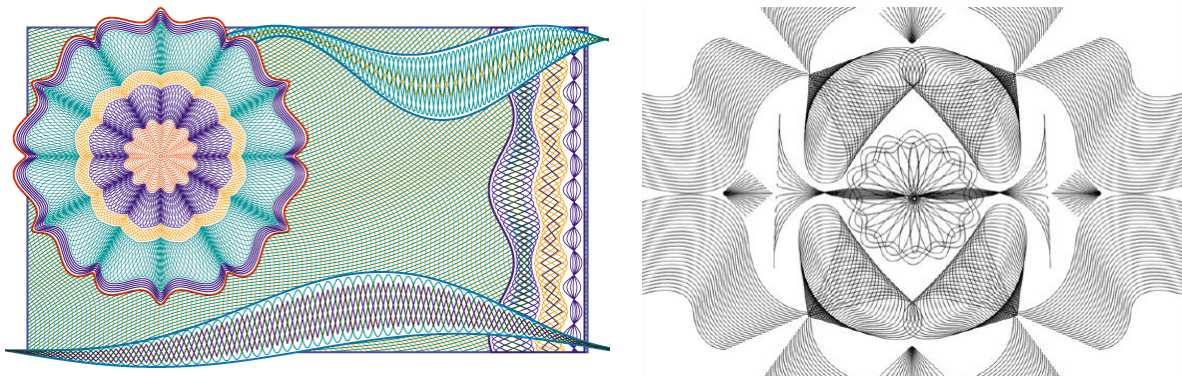


Рис. 2. Приклади гільошей із фрагментами гільош-розеток.

У роботах Дронюка І.М., Дурняка Б.В., Ляхович О., Назаркевича М.А., Пашкевича В.З., Різника В., Сабата В.І., Тимченко О.В. та інших авторів наведено приклади гільошей, сформовані з використанням параметричних рівнянь та інших математичних засобів (кривих Без'є, сплайнів, тощо).

При деяких розрахунках для опису та зображення кривих доцільно застосовувати їхні натуральні рівняння, що описують кривину кривої залежно від її натурального параметра, який визначає довжину даної кривої починаючи з її деякої точки. Дослідженню кривих, у натуральні рівняння яких входить тригонометрична функція косинуса, присвячені роботи Краузе. Складанню рівнянь плоских кривих із застосуванням натуральних рівнянь для різноманітних технічних впроваджень присвячені роботи Бадаєва Ю.І., Борисенка В.Д., Войтюк Д.Г., Гнітецької Т.В., Захарової Т.М., Куценка Л.М., Несвідоміна В.М., Пилипаки С.Ф., Спіцина В.Є., Устенка С.А., Щоголевої Т.І. та інших авторів.

Натуральні рівняння за тематикою технічної естетики застосовуються у роботах Зіатдінова Р.А., Міури К.Т., Набієва Р.И., Arslan A., Kim T., Tari E., Yoshida N. У роботах цих авторів розглядається множина плоских спіральних кривих та їх впровадження у дизайні об'єктів. Описано сім'ї кривих з монотонними функціями зміни кривини, що називаються у комп'ютерному геометричному дизайні естетичними кривими високої якості (терміни зазначених авторів) і відіграють важливу роль у формоутворенні поверхонь високої якості. Естетичні криві обираються на основі експертних оцінок і використовуються для побудови естетичних сплайнів, а також узагальненої спіралі, що узагальнює спіралі Корню та Архімеда, логарифмічну спіраль.

Подальшим узагальненням побудови кривих з керованими кривинами буде вивчення та реалізація на практиці більш складних залежностей входження класичної кривини в описи результуючих кривих. Проведений огляд літературних джерел показав, що ще недостатньо досліджено питання підвищення ступеня захисту цінних паперів поліграфічними засобами шляхом ускладнення візерунка розетки з одночасним спрощенням способу його кодування.

В другому розділі для зображення візерункових кривих пропонується використовувати натуральні рівняння – тобто рівняння, які описуються за допомогою кривини лінії залежно від її натурального параметра s . Із курсу диференціальної геометрії відомо, що побудова кривих за їх кривиною $k(s)$ (де s – довжина дуги) полягає у розв'язанні системи диференціальних рівнянь Френе

$$\frac{d}{ds}\alpha(s) = k(s); \quad \frac{d}{ds}x(s) = \cos(\alpha(s)); \quad \frac{d}{ds}y(s) = \sin(\alpha(s)), \quad (3)$$

в результаті чого одержують параметричне рівняння лінії $\{x(s), y(s)\}$. Тут третя змінна $\alpha(s)$ визначає кут дотику у досліджуваній точці цієї кривої з віссю Ox у вигляді

$$\alpha(s) = \int_0^s k(s) ds, \quad (4)$$

Для побудови кривих складено процедуру-функцію Maple-програми.

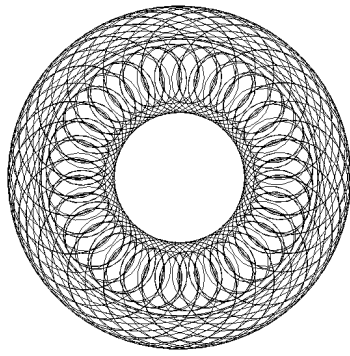
Як приклад опису натурального рівняння кривої в роботі розглянуто базову функцію зміни кривини виду

$$k(s) = \left[1 + p \arccos^m(\cos^n(s)) \right]^w, \quad (5)$$

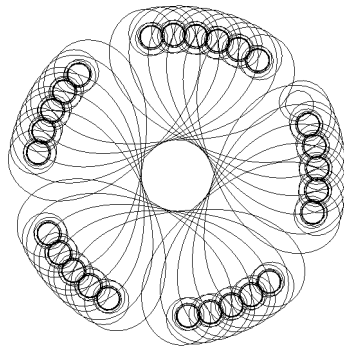
де p , w , n і m – параметри, що визначають форму кривої, m і n – цілі числа, $w > 0$.

Тоді у системі декартових координат $\{x(s), y(s)\}$ буде побудована лінія, відповідно з параметрами p , w , n і m .

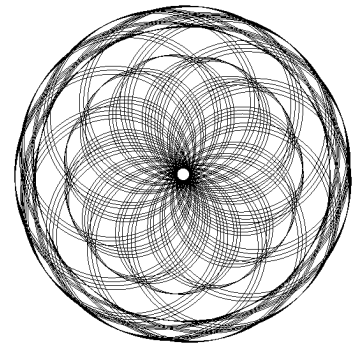
На рис. 3 наведені приклади розеток залежно від параметра p для деяких значень параметрів w і n , $m = 1$.



$$w=3; n=2; p=0,8519333$$



$$w=4; n=4; p=0,8851$$



$$w=1; n=1; p=0,9833333$$

Рис. 3. Приклади розеток залежно від параметрів.

На рис. 4 наведено приклад розетки і її фрагмента.

Зазначимо, що «незапланована» зірка на зображенні (фрагмент праворуч), є чинником поліграфічного захисту паперів (детальніше про це мова піде далі).

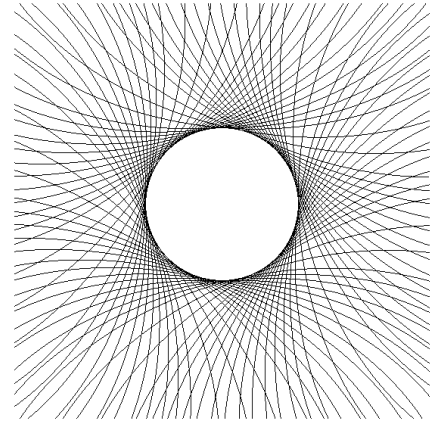
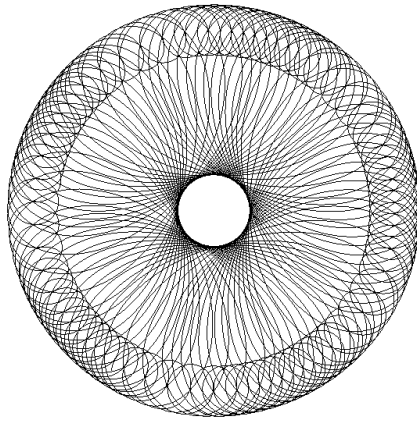


Рис. 4. Розетка з параметрами $w = 2, p = 0,5, n = 2$ і $m = 3$.

В роботі розглянуто можливості керування формою кривої за допомогою зміни рівняння кривини $k(s)$ засобами R -функцій. При цьому для опису функцій застосовується знак модуля. У тому числі і виразів для R -функцій: R -диз'юнкції $a \vee b = (a + b + |a - b|) / 2$ та R -кон'юнкції $a \wedge b = (a + b - |a - b|) / 2$.

Приклад 1. Нехай $k(s) = (\sin(s) \wedge (\sin(s/2)))$. На рис. 5 зображено графік функції $k(s)$ та відповідну криву натурального параметра.

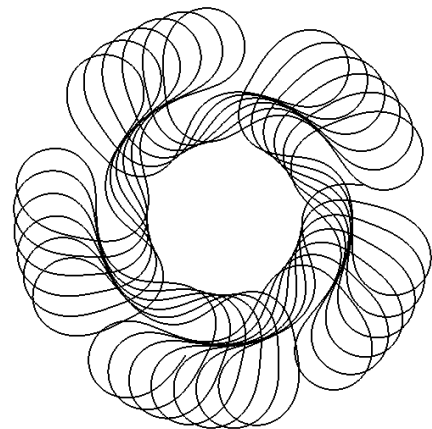
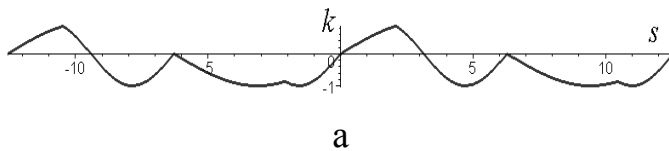


Рис. 5. Графік функції $k(s)$ (а) та відповідна крива натурального параметра (б) з прикладу 1

Використання R -функцій дозволило розв'язати задачу, аналогічну оберненій задачі аналітичної геометрії – тобто коли задане зображення необхідно описати його рівнянням. В якості прикладу розв'язано обернені задачі опису та

побудови трикутноподібних та квадратовподібних кривих (а також кривих з внутрішніми та зовнішніми петлями у кутових точках), які призначені для використання при побудові рамок.

Для опису кривої трикутноподібної форми необхідно функцію кривини задати у вигляді

$$k(s) = 0 \wedge (\cos(s/m) + \pi/n), \quad (6)$$

де $\wedge$ – знак R -кон'юнкції; $m = 11,08$; $n = 4$.

На рис. 6 наведено графік функції $k(s)$, а на рис. 7 – відповідну криву трикутноподібної форми.

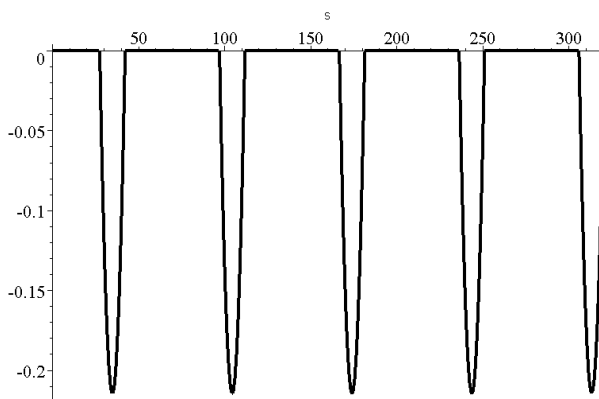


Рис. 6. Графік функції
 $0 \wedge (\cos(s/11,08) + \pi/4)$

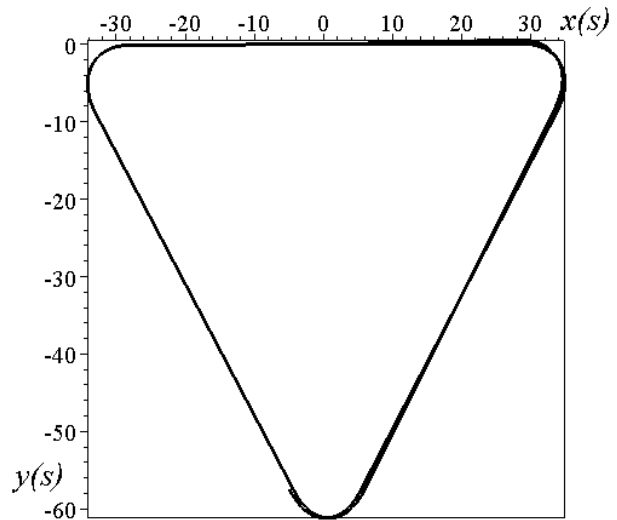


Рис. 7. Крива трикутноподібної
форми з кривиною (6)

Крива трикутноподібної форми побудована в результаті розв'язання системи диференціальних рівнянь, де присутня ще одна змінна – $\alpha(s)$. Тому цей розв'язок слід розглядати у тривимірному просторі, де вісь 0α спрямована на читача (див. рис. 7). На рис. 8 зображено аксонометрію цього випадку.

Розроблено способи зображення трикутноподібних кривих із внутрішніми або зовнішніми петлями. Щоб отримати зображення трикутноподібної кривої з зовнішніми петлями в кутах, потрібно в функції кривини (6) змінити $m = 2 \times 11,08$ (рис. 9). Якщо в функції (6) задати $m = 2 \times 2 \times 11,08$, то одержимо трикутноподібну криву з внутрішніми петлями (рис. 10).

Для опису кривої квадратовподібної форми необхідно функцію кривини задати у вигляді

$$k(s) = 0 \wedge (\cos(s/(1 + \pi)/2) + \pi/4), \quad (7)$$

де $\wedge$ – знак R -кон'юнкції.

На рис. 11 наведено графік функції $k(s)$, а на рис. 12 – відповідна крива квадратовподібної форми.

Також розроблено способи зображення квадратовподібних кривих із внутрішніми або зовнішніми петлями.

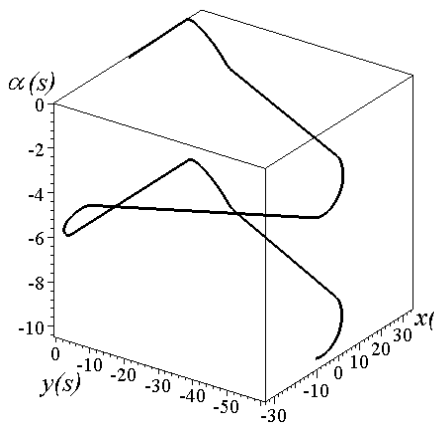


Рис. 8. Аксонометрія трикутноподібної кривої.

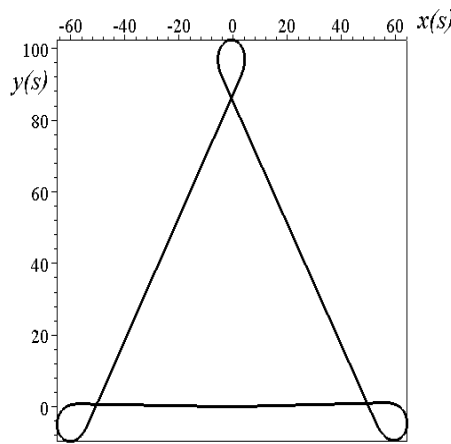


Рис. 9. Трикутноподібна крива з зовнішніми петлями

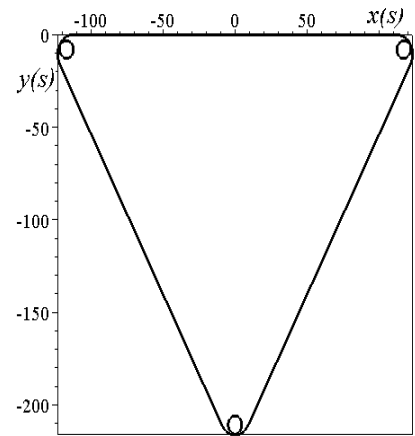


Рис. 10. Крива з внутрішніми петлями

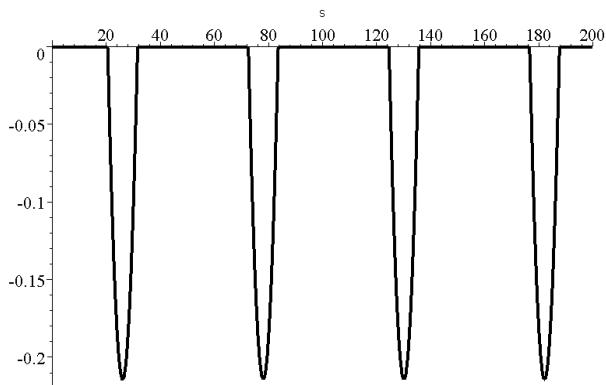


Рис. 11. Графік функції $0 \wedge (\cos(s/(1+\pi)/2) + \pi/4)$

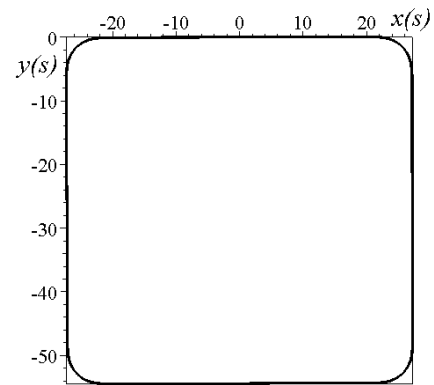


Рис. 12. Лінія, кривина якої визначається виразом (7)

У гільошній композиції візерункова лінія повинна плавно змінювати кольори за наперед обраним задумом, що запобігає її підробці. Тому в роботі наведено спосіб побудови локально-кольорової лінії, яка складається з різнокольорових періодично повторюваних ділянок, що плавно спрягаються одна з одною.

Постановка задачі. Для заданих функцій $\{x(s); y(s)\}$ залежно від параметра s у системі декартових координат xOy розробити спосіб побудови її локально-кольорового графіка. На рис. 13 наведено приклад такого графіка. Для монохромного принтера червоний колір на рис. 13 позначено позицією 1. Зазначимо, що графік зміни кольорів повинен складатися з достатньої кількості кольорів: червоного, жовтого, синього, зеленого та ін.

Запропонований спосіб побудови

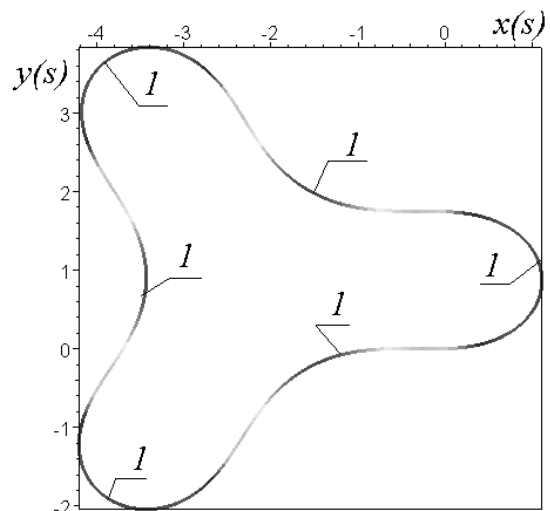


Рис. 13. Умовна схема локально-кольорового графіка

локально-кольорового графіка функції, полягає у такому. Для заданої функції **kap(s)** зміни кривини вздовж візерункової кривої лінії складається система диференціальних рівнянь Френе:

$$\begin{aligned} \text{sys} &:= \text{diff}(\alpha(s), s) = \text{kap}(s), \\ \text{diff}(x(s), s) &= \cos(\alpha(s)), \\ \text{diff}(y(s), s) &= \sin(\alpha(s)) \end{aligned}$$

яка розв'язується з одночасною побудовою розв'язку Maple-оператором **DEplot3d**({sys}, {x(s), y(s), alpha(s)}, s=smin..smax, [[x(0)=0, y(0)=0, alpha(0)=0]], scene=[x(s), y(s), alpha(s)], linecolor = kap(s), stepsize = 0.1, orientation = [-90, 0])

Головною тут є опція **linecolor = kap(s)**, яка задає закон зміни кольору вздовж кривої як розв'язку системи рівнянь Френе (наприклад, пропорційно кривині **kap(s)**).

Зауваження. Далі кольорові рисунки зображуються у сірому варіанті.

Приклад 2. На рис. 14,а побудовано локально-кольорове зображення лінії, для якої кривина і кольори змінюються за законом

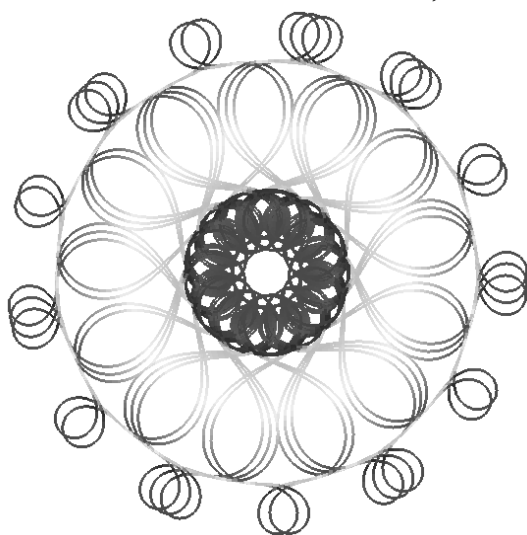
$$k(s) = (3 \sin(s)) \vee (2 \sin(s/3)), \quad (8)$$

де $\vee$ - знак *R*-диз'юнкції.

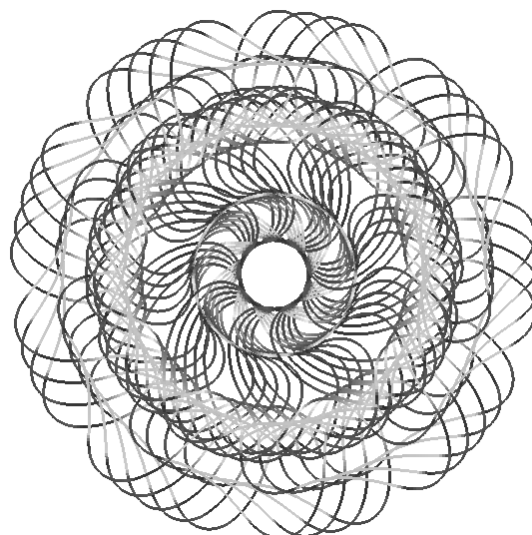
Приклад 3. На рис. 14,б побудовано локально-кольорове зображення лінії, для якої кривина і кольори змінюються за законом

$$k(s) = ((\sin(s/2)/3) \wedge (\cos(s/3))) \vee \sin(s), \quad (9)$$

де $\vee$ - знак *R*-диз'юнкції, $\wedge$ - знак *R*-кон'юнкції.



а



б

Рис. 14. Локально-кольорові лінії з кривинами

$(3 \sin(s)) \vee (2 \sin(s/3))$ (а) і $((\sin(s/2)/3) \wedge (\cos(s/3))) \vee \sin(s)$ (б)

В роботі наведено добірку зображень гільошних кривих (рис. 15), які відповідають складним законам зміни кривини і кольору вздовж цих ліній, і які можна рекомендувати для поліграфічного захисту цінних паперів на практиці.

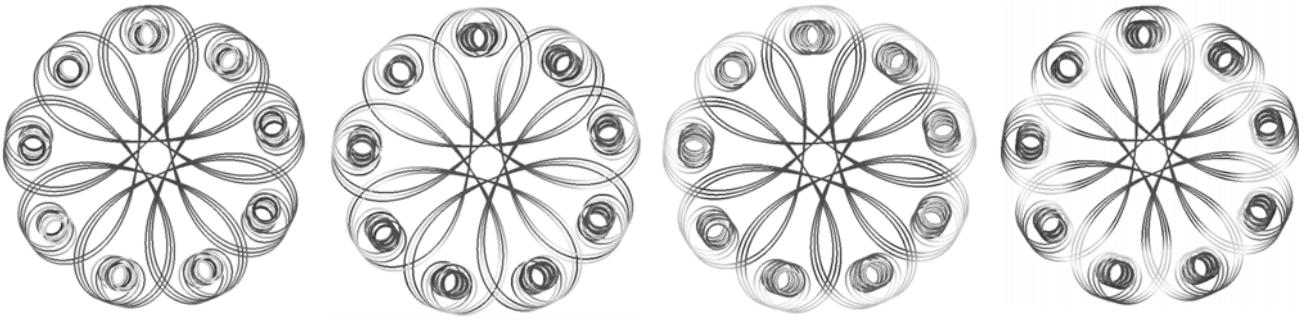


Рис. 15. Лінії з кривиною $\left[1 + 0,884 \arccos^4(\cos(i \cdot s))\right]^4$,
колір яких змінюється залежно від коефіцієнта пропорційності i .

У третьому розділі для підвищення складності пропонується лінії урізноманітнити додатковими візерунками. Ефективне урізноманітнення візерунків можна здійснити за допомогою сім'ї еквідистантних кривих. Нехай параметрична крива задана рівняннями $x = \varphi(t)$ і $y = \psi(t)$. Тоді сім'ю еквідистантних кривих можна описати за допомогою рівнянь

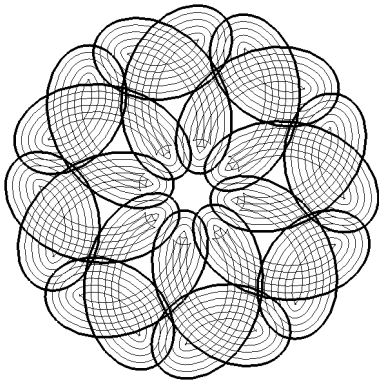
$$X = x \pm h \frac{\psi'}{\sqrt{\varphi'^2 + \psi'^2}}; \quad Y = y \mp h \frac{\varphi'}{\sqrt{\varphi'^2 + \psi'^2}}, \quad (10)$$

де h - «відстань» між еквідистантними кривими.

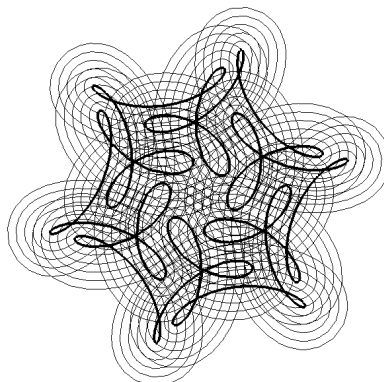
Приклад 4. Наприклад, розглянемо криву, описану рівняннями

$$x := a \cos(t) + \frac{1}{2} \cos(b t) + \frac{1}{3} \sin(c t); \quad y := a \sin(t) + \frac{1}{2} \sin(b t) + \frac{1}{3} \cos(c t) \quad (11)$$

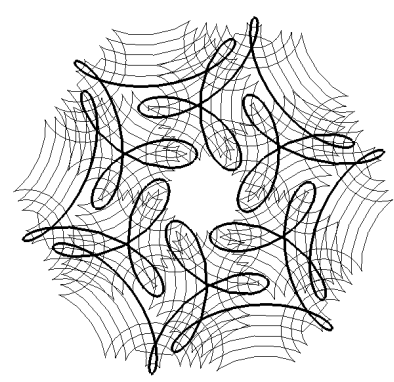
На рис. 16 наведено візерунки для відповідних параметрів.



$$a = 1; b = 17; c = 7$$



$$a = 1; b = 7; c = 17$$



$$a = 1; b = 7; c = 17$$

Рис. 16. Візерунки для відповідних параметрів

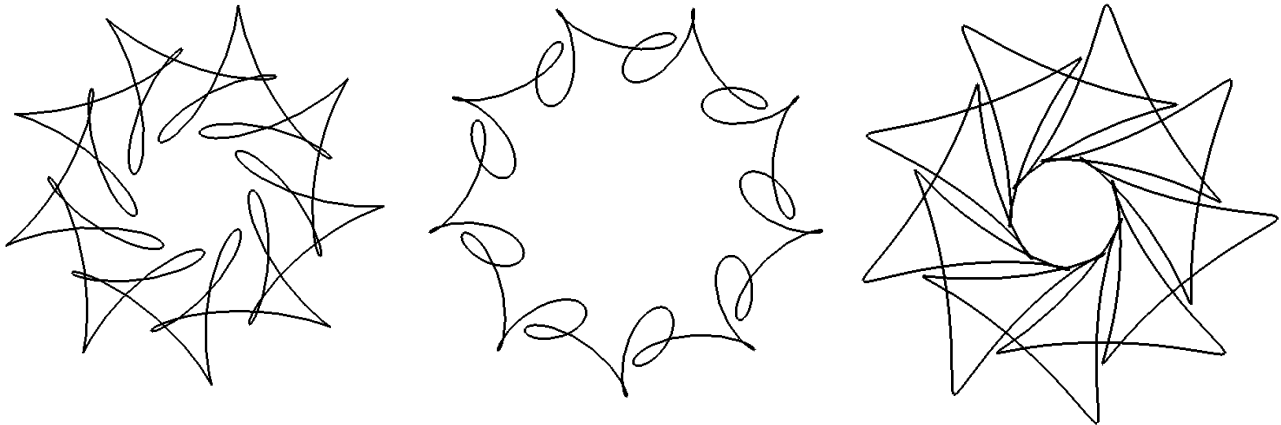
В нагоді стане спосіб опису та побудова візерункових кривих, які одержали умовну назву «суперциклоїди» з причини входження у формули параметрів, подібно опису циклоїди:

$$x = sw_1 \cos(t f_1 + \pi(p + p1)) + sw_2 \cos(t f_2 + \pi(p + p2)) + \\ + sw_3 \cos(t f_3 + \pi(p + p3)); \quad (12)$$

$$y = sw_1 \sin(t f_1 + \pi(p + p_1)) + sw_2 \sin(t f_2 + \pi(p + p_2)) + sw_3 \sin(t f_3 + \pi(p + p_3)),$$

$$\text{де } s = \frac{R}{\max(w_1, w_2, w_3)}.$$

Задіяними параметрами можна варіювати для одержання різноманітних візерунків. На рис.17 зображено криві з постійними параметрами $f_1 = 1$; $f_2 = 10$; $f_3 = -17$; $R = 50$; $p = 0$; $p_1 = 0$; $p_2 = 1$; $p_3 = 0.5$, та параметрами w_1 , w_2 і w_3 .



$w_1=5$; $w_2=2,17$; $w_3=1,5$

$w_1=5$; $w_2=0,76$; $w_3=0,8$

$w_1=2,2$; $w_2=1,46$; $w_3=0,8$

Рис. 17. «Суперциклоїди», побудовані відповідно параметрам

Завершеність оформленню бланку цінного паперу додасть заповнення його поля аркушу за допомогою спеціального виду ломаних і кривих, для побудови яких в роботі складено спеціальні алгоритми.

Існує значна кількість математичних способів опису та побудови орнаментів засобами обчислювальної техніки. В роботі перевагу віддано теорії R -функцій. До незаперечних переваг застосування R -функцій можна віднести можливість оперувати з опорними областями примітивів. Застосовано методи R -функцій до побудови рівнянь зображень, що мають симетрію.

Четвертий розділ присвячено способам редагування візерункових кривих, описаних натуральними рівняннями. При цьому правила редагування суттєво відмінні від випадку параметричного опису.

При зсувах і обертанні візерунка, описаного натуральним рівнянням, необхідно при розв'язанні системи диференціальних рівнянь Френе зробити зміни в опції визначення початкової точки крайових умов. Під час масштабування візерунка, описаного натуральним рівнянням, пропонується регулювати розмір масштабованого візерунка інтерактивним способом шляхом зміни умовного масштабного коефіцієнта. Такий підхід є прийнятним для задач технічної естетики, де на перше місце ставляться не метричні, а естетичні результати масштабування візерунка.

Умовний масштабний коефіцієнт позначимо через M . Утворимо модифіковану систему рівнянь:

$$\frac{d}{ds}(M\alpha(s)) = k(s); \quad \frac{d}{ds}(Mx(s)) = \cos(M\alpha(s)); \quad \frac{d}{ds}(My(s)) = \sin(M\alpha(s)), \quad (13)$$

Після розв'язання модифікованої системи рівнянь доступним чисельним методом буде побудовано масштабований візерунок. До переваг такого підходу слід віднести простоту складання модифікованої системи рівнянь з умовним масштабним коефіцієнтом M . Показано, що редагування візерункових кривих – у тому числі і масштабування – не змінює порядок кольорів вздовж лінії.

Наведемо приклад оформлення естетично досконалого візерунку поліграфічного захисту паперу. Для цього оберемо дві функції зміни натурального параметра кривої, задамо коефіцієнт пропорційності для функції кривини в описі зміни кольору цієї кривої залежно від зміни натурального параметра, а також оберемо значення параметрів. При цьому на готовому зображенні гільоша повинен «незаплановано» з'явитися графічний контрольний елемент як індикатор його достовірності (у вигляді «зірки»).

Для побудови елементу фонового зображення обрано візерункову криву з кривиною

$$k(s) = 1/5 + \sin(s/3) + 2 \cos(s/2). \quad (14)$$

За допомогою розробленого способу редагування «розмножимо» цю криву у вигляді таблиці з восьми рядків і п'ятнадцяти стовбців з врахуванням її обертання. В результаті буде утворено фонове зображення паперу (певного кольору). На нього розмістимо зображення розет як елементів графічного захисту паперів. Для прикладу оберемо натуральне рівняння розети у вигляді (5) з параметрами $w=2$, $p=0,5$, $n=2$, $m=3$, та коефіцієнтом зміни кольорів $\text{linecolor}=\text{kap}(k*s/25)$. Оберемо координати габаритного прямокутника $-1,2 < x < 1,2$; $-1,2 < y < 0,8$, а також межі зміни параметра $0 < s < 250$. В результаті одержимо візерункову лінію, яка для значення $k = 0,1666666$ матиме вигляд різнокольорових періодично повторюваних ділянок. На рис. 19а,б,в наведено варіанти дизайну оформлення поліграфічного захисту паперу.

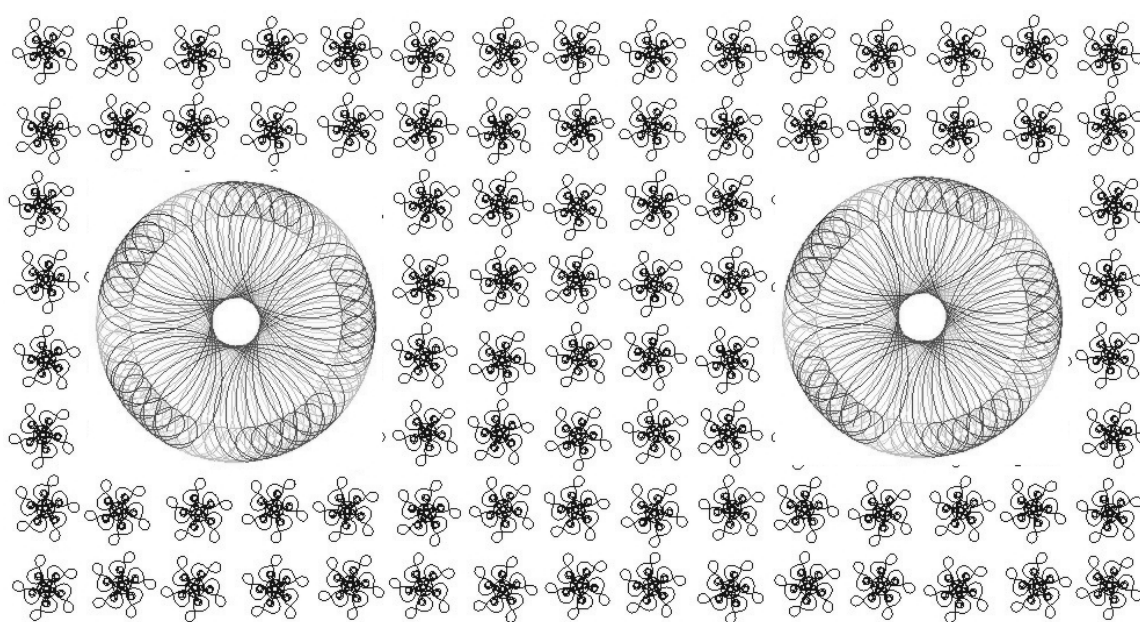


Рис. 19а. Варіант 1 поліграфічного оформлення паперу

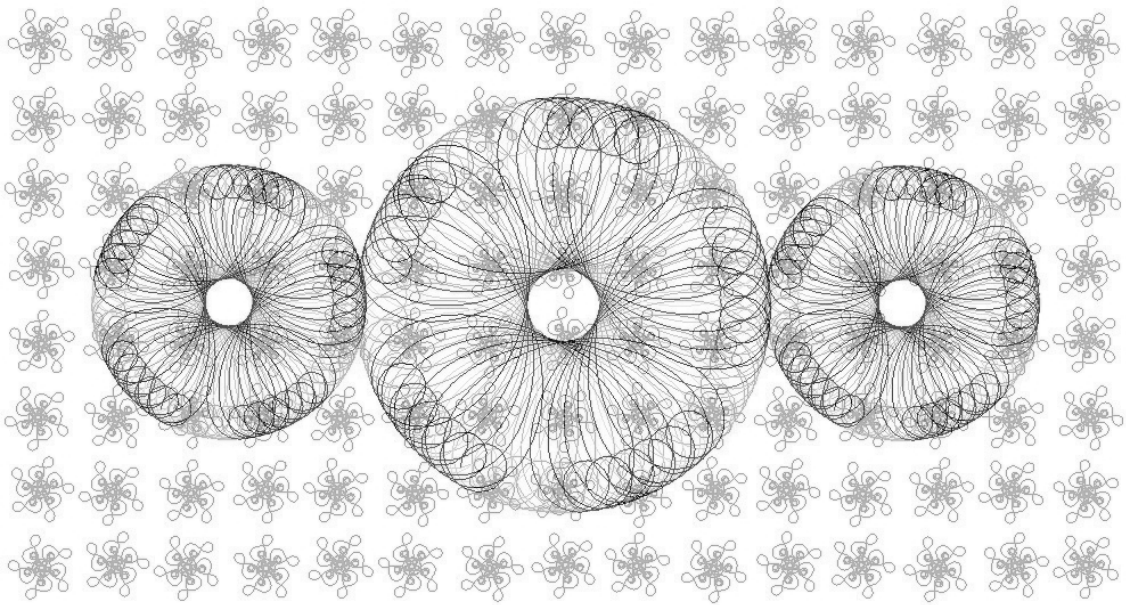


Рис. 19б. Варіант 2 поліграфічного оформлення паперу

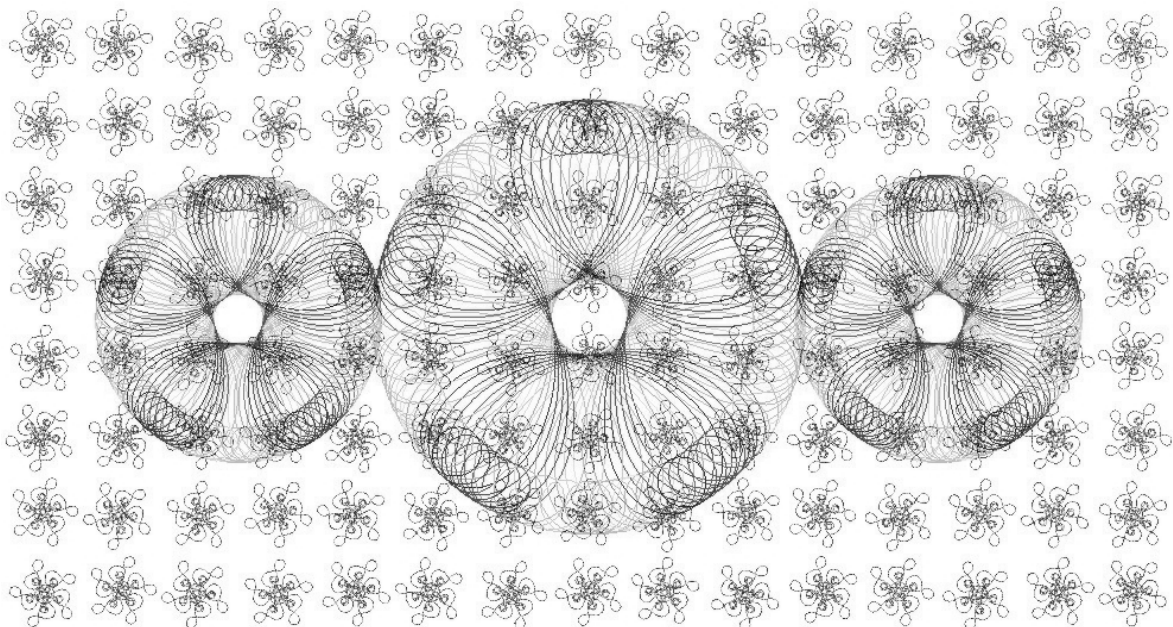


Рис. 19в. Варіант 3 поліграфічного оформлення паперу

Для сірого варіанта друкування пояснимо, що на рис. 19,а на фоні блакитних візерунків зображено дві кольорові розетки з утвореною зіркою червоного кольору як індикатора достовірності гільоша; на рис. 19,б на фоні зелених візерунків зображено «прозорі» розетки; на рис. 19,в в розетках кольорами наведено інший варіант утвореної зірки, поєднаної з обрамленням. Підкреслимо, що вся представлена графічна інформація закодована двома натуральними рівняннями і відповідними константами. Одержані варіанти дизайну оформлення паперів було піддано експертній перевірці їх естетичного сприйняття порівнянно з бібліотечними гільошами (всього 10 варіантів). Групі експертів (студентам ХНУРЕ, 53 особам) пропонувалося розмістити варіанти у порядку погіршення їх естетичного сприйняття. У 85% спроб на перших місцях виявилися варіанти дизайну, одержаних у даній роботі.

ВИСНОВКИ

Дисертаційну роботу присвячено розробці комп'ютерної моделі опису та побудови естетично досконалих візерункових ліній, уздовж яких їх кривина змінюється за попередньо заданим законом, а їх колір змінюється пропорційно зазначеній кривині.

Наукове значення роботи полягає у можливості розширення діапазону питань теорії натуральних рівнянь кривих з керованою кривиною, у тому числі на рівні естетико-художнього сприйняття візерункових ліній з врахуванням їх локально-кольорового забарвлення.

Практична цінність роботи полягає в удосконаленні побудови композиції гільош-розеток з урахуванням зміни кольору лінії. Приклад застосування кольорових візерункових ліній, заданих формулами, показано на розробці дизайну поліграфічного оформлення паперів з підвищеним рівнем захисту від підробок.

При вирішенні поставлених задач отримані такі теоретичні і практичні результати.

1. *Виконано аналіз відомих методів опису та побудови візерункових кривих гільош-розеток, який показав можливість їх удосконалення з врахуванням забезпечення кольорової гамми, що доводить необхідність розробки естетико-художнього комп'ютеризованого способу цих побудов.*

2. *Розроблено на основі натуральних рівнянь спосіб опису та побудови естетично досконалих візерункових кривих залежно від їх функцій кривини вздовж обраної кривої, що дозволило створити графоаналітичний спосіб розрахунку та побудови візерункових кривих за умови, що вони наближають форму розеток, типових для поліграфічного захисту паперів.*

3. *Розроблено спосіб побудови локально-кольорових візерункових ліній, у яких колір змінюється пропорційно кривині, коли колірна «нитка» складається з періодично повторюваних різнокольорових ділянок, які плавно спрягаються одна з одною, що дозволило підвищити як поліграфічний захист цінних паперів, так і його естетичне сприйняття.*

4. *Розроблено спосіб опису візерункових кривих з врахуванням коригування їх рівняння кривини засобами R -функцій, що дозволило суттєво змінювати геометричну форму гільошних розеток і досягати ефекту «спрямлення» значень функції кривини.*

5. *Запропоновано на основі натуральних рівнянь спосіб опису та побудови трикутнікоподібних та квадратоподібних кривих (в тому числі з внутрішніми та зовнішніми петлями у кутових точках), що дозволило їх використовувати при описі та побудові рамок зображень.*

6. *Розроблено оснований на розв'язанні модифікованої системи диференціальних рівнянь Френе (де координатні функції пропорційно змінені масштабним множником) спосіб редагування візерункових кривих, що дозволило на практиці реалізувати операції зсуву, обертання та масштабування.*

7. *Розроблено* на основі натуральних рівнянь математичний апарат моделювання естетичних властивостей аркуша з врахуванням його форми і наперед обраної кольорової гами.

8. Результати дисертаційної роботи передані до Харківської дирекції ПАТ «Банк Форум» для проектування візерункових кривих захисту сертифікатів; до ТОВ «Видавництво „РАНОК”» для створення візерунків поліграфічного оформлення книжок і буклетів; використовувалися у ХНУРЕ при виготовленні сертифікатів для нагородження переможців конкурсу студентських робіт; у навчальному процесі Харківського університету радіоелектроніки при викладанні курсу «Захист інформації в поліграфії».

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових міжнародних виданнях

1. Челомбитко В.Ф. Способ кодирования рисунка гильоша с помощью линий переменной кривизны / В.Ф. Челомбитко // Труды международной научно-технической конференции (Computer - based conference). - Пенза: Пензенская государственная технологическая академия, 2012, вып. 16. – С.58–64.

Статті у наукових фахових виданнях

2. *Chelombitko V.F.* Lines with controlled curvature constructed means of mathematical package MAPLE / *L. M. Kutcenko, V. F. Chelombitko* // Теорія та практика дизайну: Збірник наукових праць. – Вип. 1. К.: «Комп'ютерпрес», 2012. – С.179–185.

Особистий внесок здобувача: запропоновано подальше узагальнення побудови ліній з керованими кривизнами шляхом розв'язання системи диференціальних рівнянь Френе.

3. Челомбитко В.Ф. Побудова візерунків за допомогою параметричних рівнянь спеціального виду / В.П. Ткаченко, В.Ф. Челомбитко // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. – Вип. 4., т.54. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – С.189–194.

Особистий внесок здобувача: запропоновано спосіб побудови візерункових кривих з використанням спеціальних рівнянь з узагальненими параметрами.

4. Челомбитко В.Ф. Побудова орнаментів з елементами симетрії відносно точки з використанням R-функцій / В.П. Ткаченко, В.Ф. Челомбитко // Геометричне та комп'ютерне моделювання. Збірник наукових праць. – Вип. 28. – Харків, 2011. – С.99–103.

Особистий внесок здобувача: наведено схему побудови симетричних відносно точки об'єктів з використанням R-функцій.

5. Челомбитко В.Ф. Спосіб опису та побудови симетричних орнаментів за допомогою R-функцій / В.П. Ткаченко, В.Ф. Челомбитко // Міжвідомчий

науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн». – Вип. 8. – К.: Віпол, 2011. – С.301–307.

Особистий внесок здобувача: розглянуто способ побудови симетричних відносно прямої об'єктів з використанням R-функцій.

6. Челомбітько В.Ф. Використання ліній з керованими кривинами для побудови візерункових розеток / В.Ф.Челомбітько // Прикладна геометрія та інженерна практика. Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. – Вип. 4, т. 52. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – С.150–156.

7. Челомбітько В.Ф. Концептуальні моменти створення орнаментів: від графіки до комп'ютерних технологій / В.Ф.Челомбітько // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн». – Вип. 11. – К.: КНУБА, 2012. – С.199–203.

8. Челомбітько В.Ф. Новий спосіб кодування дизайну поліграфічного захисту цінних паперів / В.Ф.Челомбітько // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. – Вип. 4., т.55. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – С.236–245.

9. Челомбітько В.Ф. Побудова візерунків за допомогою кривих з керованими кривинами / В.Ф.Челомбітько // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн». – Вип. 9. – К.: Віпол, 2011. С.247–254.

10. Челомбітько В.Ф. Побудова візерунків як еквідистант кривих, описаних параметричними рівняннями / В.Ф.Челомбітько // Технічна естетика і дизайн. Вип. 7. - К.: Віпол, 2010. – С.216–220.

11. Челомбітько В.Ф. Побудова візерункових розеток за допомогою ліній з керованими кривинами / В.Ф.Челомбітько // Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. Луцьк: ЛНТУ. № 6, 2011. - С.270–275.

12. Челомбітько В.Ф. Побудова зображень фракталів в середовищі математичного процесора Maple / В.Ф.Челомбітько // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Вип. 85, 2010. – С.237–243.

13. Челомбітько В.Ф. Побудова орнаментів з використанням їх описів у вигляді рівнянь / В.Ф.Челомбітько // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – Вип. 4., т.48. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – С.144–150.

Додаткові публікації

14. Челомбітько В.Ф. Алгоритми побудови зіркоподібних і драконоподібних фракталів / В.Ф.Челомбітько // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці Таврійського державного агротехнічного університету. – Вип. 4., т.47. – Мелітополь: ТДАТУ, 2010. – С.148–155.

15. Челомбітько В.Ф. Реалізація деяких принципів побудови візерунків засобами операторів мови Maple / В.Ф.Челомбітько // Теорія та практика дизайну: Збірник наукових праць. –К.: «ДІЯ», 2012. – Вип. 2. – С.127–132.

16. Челомбітько В.Ф. Побудова візерунків за допомогою функцій комплексної змінної / В.П. Ткаченко, В.Ф. Челомбітько // Міжвідомчий

науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн». – Вип. 11. – К.: КНУБА, 2012. – С.199–203.

Особистий внесок здобувача: запропоновано спосіб унаочнення ліній з використанням функцій комплексної змінної.

17. *Челомбітько В.Ф.* Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Захист інформації в поліграфії» для студентів усіх форм навчання спеціальностей «Технологія друкованих видань», «Комп'ютерні технології та системи видавничо-поліграфічних виробництв» / Упоряд.: *А.В. Бізюк, В.Ф. Челомбітько* – Харків: ХНУРЕ, 2014. – 36 с.

Матеріали і тези конференцій

18. *Челомбітько В.Ф.* Побудова візерунків за допомогою кривих з керованими кривинами. Доповідь на VIII міжнародній Кримській науково-практичній конференції «Геометричне і комп'ютерне моделювання: енергозбереження, екологія, дизайн», м. Сімферополь, 2011 р. / *В.Ф. Челомбітько* // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн». – Вип. 9. – К.: Віпол, 2011. С.247.

19. *Челомбітько В.Ф.* Спосіб опису та побудови симетричних орнаментів за допомогою R-функцій. Доповідь на VII Міжнародній науково-практичній конференції «Геометричне моделювання, комп'ютерні технології та дизайн: теорія, практика, освіта», м. Ужгород, 2011 р. / *В.П. Ткаченко, В.Ф. Челомбітько* // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн». – Вип. 8. – К.: Віпол, 2011. – С.301.

20. *Челомбітько В.Ф.* Використання ліній з керованими кривинами для побудови візерункових розеток. Доповідь на XIV Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми геометричного моделювання», м. Мелітополь, 2012 р. / *В.Ф. Челомбітько* // Прикладна геометрія та інженерна практика. Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. – Вип. 4, т. 52. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – С.150.

21. *Челомбітько В.Ф.* Геометричне моделювання орнаментів і візерунків засобами комп'ютерних технологій. Доповідь на міжнародній науково-практичній конференції «Теорія та практика дизайну», НАУ, м. Київ, 2012 р.

22. *Челомбітько В.Ф.* Концептуальні моменти створення орнаментів: від графіки до комп'ютерних технологій. Доповідь на 9 Кримській міжнародній науково-практичній конференції «Геометрическое и компьютерное моделирование: энергосбережение, экология, дизайн», НАПКС, г. Симферополь, 2012 г. / *В.Ф. Челомбітько* // Міжвідомчий науково-технічний збірник «Технічна естетика і дизайн». – Вип. 11. – К.: КНУБА, 2012. – С.199.

23. *Челомбітько В.Ф.* Новий спосіб кодування дизайну поліграфічного захисту цінних паперів. Доповідь на XV Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні проблеми геометричного моделювання», м. Мелітополь, 2013 р. / *В.Ф. Челомбітько* // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Праці / Таврійський державний агротехнологічний університет. – Вип. 4., т.55. – Мелітополь: ТДАТУ, 2012. – С.236.

24. Челомбітько В.Ф. Спосіб кодування візерункових кривих для поліграфічного захисту цінних паперів. Доповідь на 3-ей Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии ИСТ-2014», г. Харьков, 2014 г. / В.Ф. Челомбітько // ИСТ-2014: Материалы 3-ей Международ. науч.-техн. конф.: тезисы докладов. – Х.: НТМТ, 2014. – С.208.

АНОТАЦІЯ

Челомбітько В.Ф. Геометричне моделювання візерунків поліграфічного захисту цінних паперів лініями зі змінною кривиною. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.01.03 – Технічна естетика. – Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ, Україна, 2014.

Дисертацію присвячено розробці комп'ютерної моделі опису та побудови візерункових ліній, уздовж яких їх кривина змінюється за попередньо заданим законом, а їх колір змінюється пропорційно зазначеній кривині.

До головних результатів роботи слід віднести таке. Вперше розроблено спосіб конструювання естетично досконалих візерункових кривих натуральним рівнянням залежно від опису їх кривини, де їх колір змінюється пропорційно кривині. Запропоновано спосіб опису візерункових кривих з врахуванням коригування їх геометричної форми зміною рівняння кривини засобами R-функцій, а також способи спрощеної побудови візерункових кривих трикутнито- та квадратоподібної форми. Крім того, удосконалено спосіб масштабування візерункових кривих, описаних натуральними рівняннями, шляхом розв'язання модифікованої системи диференціальних рівнянь, де координатні функції пропорційно змінені масштабним множником, а також зсуву вздовж координатних осей та обертання візерункових кривих, описаних натуральними рівняннями.

Результати роботи впроваджено у виробництво при проектуванні поліграфічного захисту паперів, естетико-художнього оформлення книжкових видань та буклетів, а також у навчальний процес ХНУРЕ.

Ключові слова: поліграфічний захист паперів, візерункові криві, натуральне рівняння кривої, змінна кривина вздовж лінії.

АННОТАЦИЯ

Челомбитко В.Ф. Геометрическое моделирование узоров полиграфической защиты ценных бумаг линиями с переменной кривизной. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.01.03 - Техническая эстетика. - Киевский национальный университет строительства и архитектуры, Киев, Украина, 2014.

Диссертация посвящена разработке компьютерной модели описания и построения узорчатых линий, вдоль которых их кривизна изменяется по предварительно заданному закону, а их цвет изменяется пропорционально указанной кривизне.

Компьютерные технологии все шире применяются в теоретической базе современного дизайна - технической эстетике, комплексно изучающей эстетические, функциональные, эргономические и технические аспекты формирования предметно-пространственной среды. Нужды практики постоянно нацеливают на изучение новых классов узорчатых кривых с позиций технической эстетики, внедрение которых должны базироваться на их функциональных свойствах. В работе рассмотрены узорчатые кривые, которые (в первую очередь) целесообразно использовать для полиграфической защиты бумаг. Такие кривые называются гильошами и представляют собой графические изображения в виде розеток, сеток, бордюров и других узоров. Кроме степени защищенности гильошей от подделок для пользователя важны также их эстетическо-художественные характеристики.

Предлагаемый способ описания и построения узорчатых кривых полиграфической защиты ценных бумаг заключается в следующем. Необходимо выбрать натуральное уравнение кривой, где натуральный параметр будет определять длину дуги кривой с началом в фиксированной точке на этой кривой; задать функцию изменения кривизны этой кривой в зависимости от изменения натурального параметра; задать коэффициент пропорциональности для функции изменения цвета этой кривой в зависимости от изменения натурального параметра, а также задать «секретные» значения таких факторов: а) натурального уравнения кривой (формула), б) коэффициента пропорциональности определения цвета кривой (число), в) параметров, влияющих на ее геометрическую форму (числа), г) координаты рамки, ограничивающей обзор этой кривой (числа).

Для примера, в работе рассмотрены узоры кривых преимущественно в виде графических розетт (розеток). Для конструирования таких кривых обычно используются элементы отражения от осей симметрии, возникающие в результате вращения и наложения их определенных секторов. Предложенный способ не использует понятия симметрии и позволяет описывать, в том числе, и «вихревые» розетки, которые также повышают степень защищенности их конфигураций.

К главным результатам работы необходимо отнести следующее. Впервые разработан способ задания узорчатых кривых натуральным уравнением в зависимости от описания их кривизны, где цвет изменяется пропорционально кривизне. Предложен способ описания узорчатых кривых с учетом корректирования их геометрической формы изменением уравнения кривизны средствами R-функций, а также способы упрощенного построения кривых треугольно- и квадратоподобной формы, в том числе с внутренними или внешними петлями. Кроме того, усовершенствованы способы масштабирования узорчатых кривых, описанных натуральными уравнениями, путем решения модифицированной системы дифференциальных уравнений с масштабным множителем, смещения вдоль координатных осей и поворота узорчатых кривых, описанных натуральными уравнениями.

Результаты работы внедрены в производство при проектировании полиграфической защиты бумаг, эстетико-художественного оформления

книжных изданий и буклетов, оформлення інтер'єрів в домах відпочинку, а також в навчальний процес ХНУРЕ.

Ключевые слова: поліграфічна захист паперу, узорчаті криві, натуральне рівняння кривої, змінна кривизна вздовж лінії.

ANNOTATION

Chelombitko V. F. Geometrical modeling of patterns of printing protection of securities by lines with variable curvature. - As the Manuscript.

Thesis for the degree of Candidate of Technical Science in Specialization 05.01.03 – Technical Aesthetics. - Kyiv National University of Engineering and Architecture, Kyiv, Ukraine, 2014.

The thesis is devoted to developing a computer model of the description and creation of figured lines along which their curvature varies according to preset the law, and their color changes in proportion to the specified curvature.

The main results of work include the following. For the first time a method of designing figured curves by the natural equation depending on the description of their curvature is developed, and their color changes in proportion to curvature. The way of the description of figured curves taking into account a correcting of their geometrical shape by change of the equation of curvature by means of R-functions, and also ways of the simplified creation of figured curves of a triangular and square shaped are proposed. Besides, a way of scaling of the figured curves described by the natural equations, by solving a system of modified differential equations, where the coordinate functions proportionally the scale factor changed, and also offset along coordinate axes and to the rotation of the figured curves described by the natural equations are improved.

The results of work implemented in production for designing of protection of printed documents, for aesthetic and artistic decorations book publications and brochures, and also into learning process KNURE.

Keywords: protection of printed documents, patterned curves, the natural equation of a curve, variable curvature along the line.

Підп. до друку 20.01.15. Формат 60x84 1/16. Спосіб друку – ризографія.

Умов. друк. арк. 1,2. Тираж 100 прим. Замов. 1/22.

Ціна договірна.

Віддруковано ФОП Андреев К.В.

61166, Харків, вул. Серпова, 4