

УДК 004:621

Кучеров Дмитро Павлович

Доктор технічних наук, професор, старший науковий співробітник кафедри комп'ютеризованих систем управління

Національний авіаційний університет, Київ

Зброжек Лідія Володимирівна

Аспірант кафедри комп'ютеризованих систем управління

Національний авіаційний університет, Київ

СУЧАСНІ ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ

***Анотація.** Подання інформації в графічному вигляді дозволяє краще сприймати дані для аналізу та подальшої обробки. Великий вибір програмних пакетів для роботи з графікою пов'язаний з особливостями подання графічної інформації та необхідністю вирішення конкретних задач. Застосування програмних засобів для обробки зображень в різних сферах людської діяльності ставить задачу проведення аналітичного огляду відповідних програмних продуктів. Для аналізу обрані найбільш відомі програмні продукти для роботи з растровою, векторною та фрактальною графікою. Проведено аналітичний огляд програмних засобів для графічної обробки зображень та встановлено рейтинг за інтенсивністю їхнього використання. Запропоновано класифікацію програмного забезпечення та наведено його компонентну структуру. На основі розроблених класифікаційних ознак створено правило вибору програмного забезпечення.*

***Ключові слова:** обробка зображень; графічні редактори; растрова графіка; векторна графіка; фрактальна графіка*

Вступ

Жодна сфера людської діяльності не обходиться без застосування редакторів графічної обробки зображень. Існує велика кількість програмних пакетів для роботи з графікою, що представлені в роботах [1-7]. Така кількість програмних продуктів пов'язана з особливостями подання графічної інформації. Спосіб подання інформації в графічному вигляді є наглядним, має краще сприйняття, подається в концентрованому вигляді, розвиває образне мислення та робить його гнучким, дозволяє генерувати нові ідеї, позбавитися від стереотипів мислення та створювати творче середовище при обговоренні певної предметної області. Тому застосування графічних програмних продуктів у виробництві, науковій та освітній діяльності є важливим та актуальним інженерним завданням.

Перші дані про використання комп'ютера для подання графічної інформації датуються 50-ми роками минулого століття та були використані для наукових та військових цілей. Програма виконувала основні операції з малювання точок та ліній, а також базові операції роботи з примітивами: копіювання та переміщення. Графічна інформація мала дуже громіздкий та ненаглядний вигляд і вимагала більших витрат часу від людини: креслення діаграм та графіків проходилися вручну.

Типовими завданнями, що вирішують програмні продукти обробки зображень, є створення та редагування зображень, розпізнавання та деталізація їх елементів. Кожен програмний продукт розв'язує ту чи іншу задачу за допомогою функціональних можливостей, що закладаються розробником. Функціональні можливості графічного програмного забезпечення часто відрізняються залежно від сфери застосування програми. Існують продукти, що мають простий інтерфейс та компонентну структуру, а також є спеціалізовані програми, які вирізняються широким вибором функцій. Немає універсального продукту, що вирішує всі вказані завдання з належною якістю.

Розібратися з програмними продуктами може допомогти ефективна класифікація. Відповідно до класифікації, що пропонується автором роботи [3], графічні редактори поділяються на растрові, векторні та їх комбінацію. Слід зауважити, що це досить обмежена класифікація, яка стосується або розробки конструкторської документації, як це зроблено у автора [2], або для рішення вузькоспеціалізованих завдань, як це виконано в [3-5]. В роботах приводяться різні варіанти застосування графічних редакторів в наукових цілях та інших сферах людської діяльності, але завдання графічних редакторів стосуються не тільки низькорівневої, але й високорівневої обробки, до якої належать деталізація, сегментація та

розпізнавання окремих елементів зображень [8]. Остання робота в цьому напрямі стосується оцінки релевантності показників якості кольорових зображень, де не розглядалося питання класифікації графічних редакторів [9].

Створення програмного забезпечення з обробки зображень та його можливості розвиваються доволі швидко. Зацікавленість до цього типу програмного забезпечення обумовлена ростом вимог до якості кінцевого продукту та можливостями технічних засобів. Окрім комерційної зацікавленості існують також наукові інтереси в застосуванні програмних продуктів обробки зображень [10]. Тому виникає завдання дослідити сучасний стан та найближчі перспективи його розвитку.

Мета статті

Метою статті є проведення аналітичного огляду наявних програмних продуктів та визначення основних функціональних можливостей для їхньої класифікації, визначення компонентів програмного забезпечення та вибору для певних задач.

Постановка задачі

Ситуація на ринку графічних редакторів стала дуже складною, тому що вона швидкоплинна, постійно з'являється велика кількість редакторів, за можливостями яких дуже важко відстежувати. Розробники програмного забезпечення з одного боку розширюють функціональні можливості своїх продуктів, які мають велику вартість, а з іншого – пропонують дешевші варіанти з обмеженими можливостями. Поступово з'являється велика кількість вільного програмного забезпечення, яке може вирішувати аналогічні задачі відомих програмних графічних продуктів.

Однак, відсутня систематизація цих програмних продуктів, що ускладнює орієнтування в цих розробках та робить опанування та користування цими програмними продуктами доступним тільки окремим фахівцям. У той же час попит на користування цими продуктами постійно зростає, що викликано потребами виробництва, бізнесу, медицини, освіти та іншими галузями народного господарства. При цьому окремі програмні продукти мають близькі інструментальні та функціональні можливості. Слід зазначити, що відсутня розробка вітчизняних альтернативних продуктів, а це також впливає на високу вартість даного типу програмного забезпечення.

Залежно від поставлених задач та вимог програмного забезпечення до операційної системи користувач може зробити свій вибір на користь одного або іншого графічного редактора. Тому основним завданням даної роботи є аналітичний огляд програмних продуктів даної галузі,

визначення стану розробок та встановлення їх рейтингу за інтенсивністю використання. На підставі результатів цього завдання планується запропонувати класифікацію графічного програмного забезпечення та визначення його компонентної структури. Ставиться також завдання щодо визначення критеріїв вибору належного програмного забезпечення для вирішення поточних завдань користувачів різного рівня освіти.

Виклад основного матеріалу Класифікація

До класифікаційних ознак програмного забезпечення, окрім способу подання інформації, слід долучити ознаки призначення, умови розповсюдження, підтримувані операційні середовища, тип розташування. Повний вигляд пропонованої класифікації наведено на рис. 1. Класифікація не є остаточною, але дозволяє користувачу орієнтуватися в головних розробках, що є популярними на сьогодні.



Рисунок 1 – Класифікація графічних програмних засобів

Програмне забезпечення растрової графіки

Застосування прикладних програм растрової графіки для створення книжкових та журнальних ілюстрацій, обробки цифрових фотографій, відеокадрів мультиплікаційних фільмів робить їх необхідним інструментом для художників-ілюстраторів, фотографів, web-дизайнерів та інших спеціалістів. Основним призначенням пакетів прикладних програм растрової графіки є робота з фотографічними зображеннями, над якими можуть виконуватися такі операції:

- визначення розміру зображення;
- встановлення колірної схеми;
- визначення розрізнення;
- редагування яскравості та контрастності;
- видалення небажаних елементів;
- відновлення зображень та наданням їм реалістичності.

Найбільш популярними графічними редакторами для роботи з растровою графікою є Adobe Photoshop, Picasa, Adobe Fireworks, Corel Photo-Paint, GIMP, Krita, Microsoft Photo Editor, Tux Paint, Artweaver, Paint. За допомогою графічного редактора можна отримувати різні ефекти, такі як туман, розмитість, тонко регулювати кольори, створювати глибину предметів.

Основним елементом растрової графіки є одиниця зображення квадратної форми, що називають пікселем. До особливостей растрової графіки можна віднести:

- залежність якості від масштабу;
- прямокутна форма;
- критичність до вибору колірного режиму.

Для растрової графіки специфічний термін розрізнення, що ідентифікують з якістю. Збільшення розрізнення приводить до більшої реалістичності зображення, але впливає на розмір вихідного файлу.

Основними перевагами роботи з растровою графікою можна вважати простоту автоматизованого вводу зображень, фотографій, слайдів, рисунків за допомогою сканерів, відеокамер, цифрових фотоапаратів та фотореалістичність. Це приводить до необхідності застосування алгоритмів стиснення. Найбільш популярним алгоритмом для стиснення є JPEG. Можуть бути застосовані інші алгоритми та методи для стиснення зображень. Інформація про стиснення міститься в розширенні файлу. Основні типи розширень наведені в табл. 1 [12].

Таблиця 1 – Формати та методи стиснення растрових зображень

Формат	Розробник	Метод компресії
PSD	Adobe Systems	RLE
BMP	Microsoft	RLE
GIF	CompuServe	LZW
JP2	Об'єднана група експертів з фотографії	JPEG 2000
JPG	Об'єднана група експертів з фотографії	JPEG
PCX	ZSoft Corporation	RLE
PICT	Macintosh	RLE
PNG	PNG Development Group	LZ-Huffman
TIFF, TIF	Adobe Systems зараз	RLE
CPT	Corel	CCRYPT

Сучасний стан розробки пакетів растрової графіки наведено в табл. 2. Табл. 2 містить сімнадцять найбільш популярних редакторів, що мали підтримку в розробці за останні три роки.

Найбільш використовуваними серед комерційних програмних продуктів є Adobe Photoshop, Corel Photo-Paint, а серед вільних програмних продуктів Microsoft Paint, Picasa, Artweaver.

Описані програмні продукти можуть бути використані для вирішення складних завдань обробки растрових зображень.

Програмне забезпечення векторної графіки

Програмні засоби для роботи з векторною графікою призначені, насамперед, для створення ілюстраційних матеріалів високоякісної художньої графіки. Принципи векторної графіки базуються на математичному апараті, за допомогою якого будуються лінійні контури, складені з елементарних кривих, що описуються математичними рівняннями. Для побудови векторних зображень застосовуються основні математичні об'єкти, такі як точка, пряма лінія, сегмент прямої, криві Без'є, крива ліній II порядку та крива ліній III порядку. Векторні графічні редактори дозволяють виконувати основні афінні перетворення над об'єктами зображень та містять засоби застосування ефектів до простих об'єктів, такі як відмінювання, витискування, викривлення, прозорості. Програми обробки векторної графіки незамінні при збереженні чітких контурів зображення в мультиплікації, складних кресленнях та повноколірній ілюстрації. Пакети прикладних програм для обробки векторної графіки містять функції для дизайну, художньої та технічної ілюстрації і займають проміжне місце між системами автоматизованого проектування та настільними видавничими системами. Вони містять:

- інструментарій для створення графічних ілюстрацій (дуги, кола, еліпси, ламані і багатокутники);
- функції розбиття та об'єднання об'єктів, копіювання, штрихування;
- засоби обробки тексту;
- засоби імпорту та експорту графічних об'єктів різних графічних форматів (BMP, CDR, PCX, WMF);
- засоби виведення на друк у поліграфічному виконанні екранного образу;
- складні засоби налаштування кольору.

До основних переваг векторної графіки можна віднести невеликі розміри файлу, які не змінюються при зміні розмірів об'єкта, властивостей ліній та описі колірних характеристик зображення. Також, об'єкти векторної графіки не втрачають своєї якості залежно від роздільної здатності пристроїв, на яких створюється зображення, що є однозначною перевагою векторної графіки над растровою.

Таблиця 2 – Растрові графічні редактори

Редактори	Область використання	Операційна система	Розробник	Реліз
Adobe Fireworks	Редактор професійного використання	Windows Mac OS	Adobe Systems	2012
Adobe Photoshop	Редактор професійного використання	Windows Mac OS	Adobe Systems	2014
Corel Photo-Paint	Редактор професійного використання	Windows	Corel	2014
GIMP	Редактор професійного використання	Cross-platform	The GIMP Development Team	2014
Krita	Редактор професійного використання	Unix Windows	KDE	2015
Microsoft Paint	Растровий графічний редактор	Windows	Microsoft	2015
Microsoft Office Picture Manager	Растровий графічний редактор	Windows	Microsoft	2011
Artweaver	Растровий графічний редактор	Windows	Boris Eyrih	2014
Tux Paint	Програма для малювання орієнтована на дітей	Cross-platform	Bill Kendrick	2014
Paint.NET	Безкоштовний растровий графічний редактор	Windows	dotPDN LLC	2013
Adobe Photoshop Lightroom	Редактор для професійного використання	Windows Mac OS	Adobe Systems	2014
Darktable	Каталогізатор та редактор цифрових негативів	Linux Mac OS Solaris 11	Johannes Hanika	2014
MyPaint	Редактор професійного використання для цифрових художників	Cross-platform	Martin Renold	2013
DigiKam	Каталогізатор та редактор цифрових фотографій	Unix Windows	KDE	2015
Pinta	Редактор для професійного використання з відкритим вихідним кодом	Linux Mac OS Windows	Cameron White Robert Nordan Olivier Dufour	2015
Adobe Creative Suite	Дизайнерський пакет програмних продуктів	Mac OS Windows	Adobe Systems	2012
Picasa	Каталогізатор та редактор цифрових фотографій	Mac OS Windows	Lifescape	2014

Найбільш популярним у процесі роботи з векторною графікою є пакет прикладних програм Coreldraw Graphics Suite та програми Adobe Illustrator, Adobe FreeHand. У табл. 3 наведено дев'ять відомих графічних редакторів векторної графіки.

Дані таблиці були розроблені на підставі [6; 7; 11]. Зі списку редакторів табл. 3 можна

відзначити CorelDRAW, Adobe Illustrator, Inkscape та Dia, як найбільш використовувані програмні продукти, що застосовуються операторами настільних видавничих систем, художниками з реклами та технічними редакторами. Програмне забезпечення перелічених продуктів векторної графіки має доступний, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс.

Таблиця 3 – Векторні графічні редактори

Редактори	Область використання	Операційна система	Розробник	Реліз
CorelDRAW	Редактор для професійного використання	Windows	Corel	2014
Adobe FreeHand	Редактор для професійного використання	Mac OS, Windows	Macromedia / Adobe Systems	2003
Adobe Illustrator	Редактор для професійного використання	Windows, Mac OS	Adobe Systems	2014
Dia	Редактор для побудови діаграм	Unix, Windows, Mac OS	Dia developers	2014
Inkscape	Редактор для побудова діаграм та ілюстрацій	Windows, Mac OS, Linux, Free BSD	Inkscape Development	2015
Pivot Animator	Редактор для створення двовимірної анімації	Windows	Peter Bone	2013
Xara Xtreme	Редактор двовимірної графіки	Linux, Mac OS	Xara Group	2011
Sodipodi	Редактор для професійного використання	Windows, Linux	Lauris Kaplinski	2011

Пакети прикладних програм фрактальної графіки

На сьогодні фрактальна графіка є однією з найбільш перспективних видів комп'ютерної графіки. Фрактальну графіку використовують для моделювання деяких штучних процесів та автоматичної генерації абстрактних зображень.

Фрактальна графіка набула свого розвитку тому що має можливість компактного подання зображень за допомогою коефіцієнтів системи ітераційних функцій, яка є набором тривимірних афінних просторових перетворень. Основним проблемним питанням є створення або пошук самоподібних областей та визначення параметрів їх перетворень. Типові афінні перетворення для фрактальної графіки це обертання, зсув, масштабування та викривлення. Система ітераційних функцій задає фрактал, під яким розуміється структура, що складається з частин самоподібних загальному об'єкту. В центрі фрактальної фігури знаходиться її найпростіший елемент – рівносторонній трикутник, що отримав назву «фрактальний».

До основних переваг фрактальної графіки належить можливість створення зображення будь-якого розміру та великий коефіцієнт стиснення зображення. Недоліком фрактальної графіки є складності застосування пов'язані з нелінійним характером зображень. У табл. 4 наведено графічні редактори для роботи з фрактальною графікою [6].

Програмні продукти компанії Golden Software використовуються в топографії для створення карт, в інженерії для створення графіків та діаграм, в моделюванні та візуалізації місцевості. Фрактальна комп'ютерна графіка дозволяє реалізовувати абстрактні композиції, до яких належать генерація штучного неба, поверхня моря та інші.

Таблиця 4 – Редактори для фрактальної графіки

Редактори	Область використання	Операційна система	Розробник	Реліз
Surfer	Моделювання та візуалізація місцевості	Windows	Golden Software	2014
Grapher	Створення графіків та діаграм	Windows	Golden Software	2003
Map Viewer	Створення карт	Windows	Golden Software	2014
Aprophysis	Редактор для створення ілюстрацій.	Windows	Mark Townsend Scott Draves Ronald Hordijk	2009

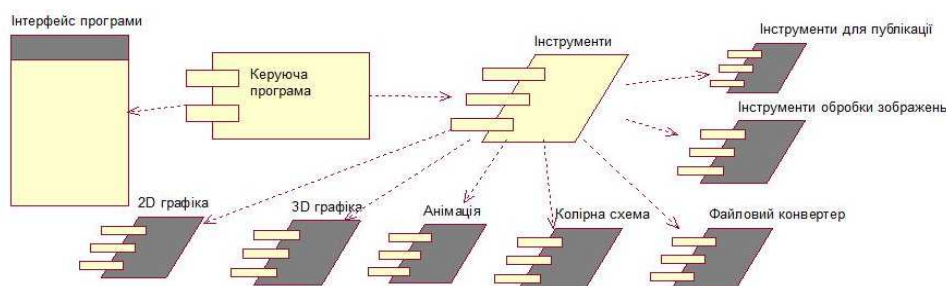


Рисунок 2 – Узагальнена компонентна діаграма графічного редактора

Компонентна структура програмного забезпечення обробки зображень

Аналіз розглянутого програмного забезпечення дозволяє висунути узагальнену компонентну структуру графічного редактора, яка складається з основної керуючої програми, інтерфейсу, бібліотек інструментів для створення зображень, накладання текстури, заливки фону, розфарбування рисунку, введення текстових символів, настроювання параметрів зображення таких, як розмір, роздільна здатність, вибір кольорової схеми. Графічний редактор повинен мати функції виводу зображення на друк або збереження до файлу. Створені файли повинні бути сумісні з іншими графічними редакторами [12; 13]. Дана компонентна діаграма створена в середовищі візуального моделювання UML Rational Rose та наведена на рис. 2.

Зображена діаграма має об'єктно-орієнтовану побудову та встановлює відносини залежності між основними компонентами програмного забезпечення. Розуміння компонентної побудови графічного редактора дає можливість створювати нові програмні продукти, або вносити зміни до наявних.

Вибір графічного редактора

Наявна велика кількість редакторів створює складності користувачу при виборі того чи іншого продукту для вирішення певних задач. Тому вважається доцільним робити вибір на користь одного з програмних продуктів за правилом:

$$ГР = \langle \Pi_1, \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5 \rangle, \quad (1)$$

де ГР – результат вибору графічного редактора; Π_i – ознаки, що наведені в класифікації рис.1. Користування формулою (1) досить просте та зводиться до збігу відповідних класифікаційних ознак заданих користувачем.

Висновки

У статті проведено аналіз сучасних програмних засобів, що призначені для обробки зображень. На підставі проведеного аналізу розроблені класифікаційні ознаки, які дозволили розробити узагальнену класифікацію, визначити основні компоненти програмного забезпечення та розробити узагальнену компонентну діаграму в середовищі UML Rational Rose. Результати роботи дають можливість визначити ті компоненти наявного програмного забезпечення, що потребує подальшого

удосконалення та розробки та є основою нового програмного забезпечення. Підтримка різних кольорових схем, 3D графіка, анімація, публікація та сумісність з наявними редакторами є та залишаться основними властивостями цих редакторів. Допомогу щодо вибору відповідного програмного забезпечення може надати розроблене правило, що базується на класифікаційних ознаках. Перспективними напрямками подальших досліджень є удосконалення та розробка окремих інструментів графічних редакторів.

Список літератури

1. Ктэйн. Цифровая реставрация фотографий. Методики восстановления старых и поврежденных снимков / Ктэйн. – М.: МК-Пресс, 2010. – 416 с.
2. Ляпин П.С. Графические редакторы для схемотехнического проектирования / П.С. Ляпин, Р.Д. Мельничук, А.Д. Финогенов // Вісник НТУУ «КПІ» Інформатика, управління та обчислювальна техніка. – 2012. – №55. – С. 187 – 193.
3. Словінська Ю.А. До проблеми використання педагогічних програмних засобів у процесі підготовки майбутніх учителів інформатики / Ю.А. Словінська // Вісник Житомирського державного університету. – 2014. – № 3(75). – С. 172 – 175.
4. Лазор Я.І., Русин Б.П., Цибочкін В.О. Програмно-апаратний підхід до техніко-криміналістичних досліджень об'єктів з метою розкриття злочинів // Вісник Львівського інституту внутрішніх справ. – 1996. – №3. – С. 208-214.
5. Осетров М.Н. Применение графических редакторов в народном и декоративно-прикладном искусстве как фактор его функционирования в культуре / М.Н. Осетров, Н.А. Малышева // Успехи современного естествознания. – 2005. – №5. – С. 22.
6. Скрипник М.В. Система управления выбором графических редакторов для решения конструкторских задач: дис. канд. техн. наук: 05.13.01 [Електронний ресурс] / Скрипник Марина Валерьевна. – М., 2011. – 187 с. Режим доступу: www.dissercat.com.
7. Тайц А.М. CorelDRAW 10: все программы пакета: наиболее полное руководство / А.М.Тайц, А.А. Тайц. – Санкт-Петербург: «БХВ-Петербург», 2001. – 1133 с.
8. Демченко В.В. Особливості топології графіті як історичних написів. / В.В. Демченко, О.В. Горда, З.В. Ткач // Управління розвитком складних систем. – 2012. – №11. – С. 107 – 109.
9. Зброжек Л.В. Релевантність кількісних показників оцінювання якості зображень / Д.П. Кучеров, Л.В. Зброжек // Вісник інженерної академії. – 2015. – №1. – С. 211-217.
10. Білоцицький А.О. Способи пошуку неточних дублікатів зображень в наукових роботах. / А.О. Білоцицький, О.В. Діхтяренко, С.В. Палій // Управління розвитком складних систем. – 2015. – №21. – С. 149 – 155.
11. Михеев П.Н. SVG – новый стандарт векторной графики в Web [Електронний ресурс]/ П.Н. Михеев // Журнал радиоэлектроники. – 2001. – №9. – Режим доступу до журн: www.jre.cplire.ru/osi/oct01/5/abstract.html.
12. Орлов С.А. Технологии разработки программного обеспечения / Орлов С.А. – СПб.: Питер, 2002. – 464 с.
13. Баггс М. UML with Rational Rose. / Баггс М., Баггс У. – М.: Лори, 2008. – 600 с.

Стаття надійшла до редколегії 27.10.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.П. Квасніков, Національний авіаційний університет, Київ.

Кучеров Дмитрий Павлович

Доктор технических наук, профессор
Национальный авиационный университет, Киев

Зброжек Лидия Владимировна

Аспирант кафедры компьютерных систем управления
Национальный авиационный университет, Киев

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Аннотация. Представление информации в графическом виде позволяет лучше воспринимать данные для анализа и дальнейшей обработки информации. Большой выбор программных пакетов для работы с графикой связан с особенностями представления графической информации и необходимостью решения конкретных задач. Применение программных средств для обработки изображений в различных сферах человеческой деятельности порождает задачу проведения аналитического обзора соответствующих программных продуктов. Для анализа выбраны наиболее

известные программные продукты для работы с растровой, векторной и фрактальной графикой. Проведен аналитический обзор программных продуктов графической обработки изображений и установлен рейтинг интенсивности их использования. Предложена классификация программного обеспечения и приведена его компонентная структура. На основе разработанных классификационных признаков создано правило выбора программного обеспечения.

Ключевые слова: обработка изображений; графические редакторы; растровая графика; векторная графика; фрактальная графика

Kuchеров Dmitriy

Doctor of Technical Sciences, Professor

National Aviation University, Kyiv

Zbrozhek Lidia

Graduate student of Computer Control Systems

National Aviation University, Kyiv

MODERN IMAGING SOFTWARE

Abstract. Information presented in graphical form can better perceive the data for analysis and further processing. Large selection of software packages for graphics peculiarities associated with the presentation of graphical information and the need to solve specific tasks. The use of software for image processing in different sectors of human activity raises the task review the relevant analytical software. For the analysis of selected software products best known for working with raster, vector and fractal graphics. An analytical review of software products and graphics imaging rating of set the intensity of their use. The classification software and presented its component structure. Based on the developed classifications created software selection rule. Results of the work make it possible to identify the components of an existing software needs further improvement and development and is the basis for new software. Graphic editor selection formula is reduced to coincidence the relevant user-defined classifications. Prospects for future research is the improvement and development of individual instruments photo editor.

Keywords: image processing; graphics software; raster graphics; vector graphics; fractal graphics

References

1. Kteyn. (2010). *Digital Restoration from Start to Finish: How to Repair Old and Damaged Photographs*.
2. Liapin, P.S., (2012). *Graphic Editors for circuit design // News NTU "KPI" Informatics, Management and Computer Science: 55, 187–193.*
3. Slowinski, J.A. (2014). *In the use of educational software in the preparation of future teachers Informatics. News of Zhytomyr State University: 3(75), 172–175.*
4. Lazor, Y.I., Rusyn B.P. & Tsybochkin V.A. (1996). *Hardware-software approach to technical and forensic research objects in order to solve crimes. News of Lviv Institute of Internal Affairs: 3, 208–214.*
5. Osetroff, M.N. (2005). *The use of graphic editors in the national arts and crafts as a factor of its functioning in the culture. The successes of modern science: 5, 22.*
6. Skripnik, M. (2011). *Management System graphic editors choice for solving design problems: the dissertation of the candidate of technical sciences: 05.13.01, [electronic source] – www.dissercat.com.*
7. Tayts, A.M. (2001). *CorelDRAW 10: All programs of the package: the most comprehensive guide.*
8. Demchenko, V., Gorda, O. & Tkach, Z. (2012). *Features of topology graffiti as historical inscriptions. Management of Development of Complex Systems, 11, 107–109.*
9. Zbrozhek, L.V., Kuchеров, D. (2015). *Relevance quantitative indicators of evaluation of image quality. Herald Academy of Engineering: 1, 211–217.*
10. Biloshchytskyi, A., Dikhtiarenko, O. & Paliy, S. (2015). *Searching for partial duplicate images in scientific works. Management of Development of Complex Systems: 21, 149–155.*
11. Mikheev, P.N. (2001). *SVG – a new standard for vector graphics in Web. [electronic source] – www.jre.cplire.ru/osi/oct01/5/abstract.html*
12. Orlov, S.A. (2002). *Technology Software Development.*
13. Baggs, M. (2008). *UML with Rational Rose.*

Посилання на публікацію

- APA Kuchеров, D., & Zbrozhek, L. (2015). *Modern imaging software. Management of Development of Complex Systems, 24, 90 – 96.*
- ГОСТ Кучеров Д.П., Зброзжек Л.В. Сучасні програмні засоби обробки зображень [Текст] / Д.П. Кучеров, Л.В. Зброзжек // Управління розвитком складних систем. – 2015. - № 24. – С. 89- 96.