

УДК 685.3

## ПІДГОТОВКА ВХІДНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПРО СХЕМИ СУМІЩЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ВЗУТТЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗКРОЮ

В.І. ЧУПРИНКА, О.О. ХОМЕНКО, М.М. ШКОДЕНКО

Київський національний університет технологій та дизайну

*У роботі запропоновано способи передавання даних про розкрійні схеми взуття до систем автоматизованого проектування та технологічної підготовки виробництва до розкрійного обладнання. Обґрунтовано вибір формату збереження даних. Реалізовано механізми збереження даних у файл, а також механізми їх передавання до системи AutoCAD за допомогою використання засобів між програмної взаємодії*

Сучасне виробництво базується на інтенсивному обміні електронними моделями не лише на рівні окремих підрозділів, а й між підприємствами-підрядниками, що працюють над загальним замовленням. Велике поширення інформаційних технологій призвело до того, що зараз на більшості підприємств використовуються одночасно дві і більше системи автоматизованого проектування (САПР) з різним набором прикладних модулів CAD (англ. Computer-Aided Design) /CAM (англ. Computer-aided manufacturing) /CAE (англ. Computer-aided engineering), кожен з яких має власний формат збереження даних. При передачі геометричних моделей з однієї автоматизованої системи (АС) в іншу, як правило, виникають проблеми

- 1) пов'язані з обмеженими можливостями чи відсутністю трансляторів, які забезпечують обмін даними;
- 2) втратою інформації при перетворенні її з одного математичного представлення в інше;
- 3) різним трактуванням правил запису і читання форматів файлів;
- 4) різними версіями форматів файлів і трансляторів.

Перераховані проблеми призводять до збільшення кількості помилок при проектуванні, збільшення термінів підготовки виробництва і так далі, що спричиняє помітні економічні втрати і істотним чином позначається на собівартості продукції. Крім того, встановлено, що на практиці застосовується два способи передачі інформації з САПР в систему технологічної підготовки виробництва (АСТПВ або САМ):

- 1) автоматизований, який використовує внутрішній формат даних різних CAD/CAM-систем (у 19,2% досліджених АС);
- 2) ручний, який передбачає повторне введення однієї і тієї ж інформації в локальні системи різного цільового призначення (80,8% АС), що є неефективним [1].

Незважаючи на наявні розробки, проблему передачі даних між системами не можна вважати вирішеною, оскільки немає автоматизованої передачі інформації з САПР в АСТПВ.

### **Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктами дослідження є стандарти збереження та обміну інформацією між CAD/CAM – системами та розкрійним обладнанням, а також інструменти реалізації взаємодії між програмами. Методами дослідження є методи розробки та аналізу складних інформаційних систем та автоматизації технологічної підготовки взуттєвого виробництва.

**Постановка завдання**

Вихідними даними є інформація про схеми розкрою деталей взуттєвої промисловості на матеріалі прямокутної форми. Необхідно розв'язати задачу передачі даних про розкрійні схеми до CAD/CAM – систем та розкрійного обладнання, обґрунтувати вибір формату збереження даних. Реалізувати механізми збереження даних у файл та механізм їх передачі до інших систем за допомогою використання міжпрограмної взаємодії. Розробити алгоритми та програмне забезпечення, яке реалізує поставлені задачі.

**Результати та їх обговорення**

Вирішувати проблему інформаційної взаємодії САПР потрібно, передбачаючи різні варіанти забезпечення сумісності інженерних даних. Цю задачу можна вирішити трансляцією креслень у формат CAD, який є найбільш поширеним серед CAD/CAM – систем та розкрійного обладнання. Було виконано огляд існуючих форматів, таких як DXF, IGES, STEP, VDAFS, ACIS, SAT, які використовуються для збереження даних про двомірні побудови. До недоліків переважної частини згаданих форматів належать такі віднести наступні: наявність протоколів для іншої інформації, які не задіяні при передачі даних; невикористання в системах САПР як внутрішнього формату представлення даних; втрата інформації та її спотворення при трансляції з однієї системи в іншу; малий ступінь поширення.

Встановлено, що найбільш використовуваним є формат DXF (англ. Drawing Exchange Format), розроблений фірмою Autodesk для системи AutoCAD. Він застосовується для перенесення геометричної інформації між різними конструкторськими системами і обміну описами креслень. DXF підтримується більшістю систем і має низку переваг:

1. Є базовим форматом для обміну двовимірною графічною інформацією між застосуваннями САПР;
2. Данні зберігаються у кодуванні ASCII в текстовому файлі, який може бути відкритий у будь-якій операційній системі.
3. Має велике поширення. Підтримується майже всіма CAD-системами.
4. Легко конвертується у інші формати.
5. Піддається редагуванню. Непотрібна у конкретному випадку інформація може бути відкинута.

До недоліків формату DXF належать:

1. Великий обсяг файлу.
2. Складна структура файлу, що зумовлює складність програмної реалізації.

Проаналізувавши переваги і недоліки формату, можна дійти висновку, що для задачі обміну даними про розкрійні схеми цей формат є зручним, оскільки немає необхідності зберігати надлишкову інформацію про правила оформлення креслень (стилі ліній, тексту, взаємодії між примітивами). Фактично достатньо задати лише множину об'єктів POLYLINE, які описують контур матеріалу і контури окремих деталей. На відміну від формату DWG, який є закритим, опис DXF міститься у великій кількості документів по розробці застосувань для AutoCAD. До того ж цей формат є дуже поширеним. Він підтримується більшістю розкрійного обладнання, наприклад, системами розкрою шкіри Taugus TLCS™, одношаровими системами розкрою тканини DCS 1500, DCS 2500, DCS 3500, багатошаровими системами

GTxL ,GT 5250, GT 7250, S-91, XLc 7000, системами розкрою лазером LaserCUT-2000, LEC PLUS та іншими.

Існує два варіанти збереження креслень розкрійних схем у форматі DXF. Перший варіант – передати до програми AutoCAD креслення розкрійних схем, використовуючи COM інтерфейс (тільки для ОС Windows), та зберегти їх у потрібному форматі засобами програми. Такий спосіб є надійним, проте необхідно придбати ліцензію на користування системою AutoCAD (наприклад AutoCAD 2009 SLM коштує 43680.00 грн.). Другий варіант – реалізувати збереження розкрійних схем у файл формату DXF безпосередньо у програмі, в якій створено креслення. Далі буде наведено реалізацію обох варіантів збереження креслень розкрійних схем у форматі DXF..

У разі наявності програми AutoCAD в середовищі Windows можна використовувати її функціональні можливості у зовнішніх додатках. Середовища програмування Delphi і VisualStudio та подібні до них дозволяють реалізувати таку взаємодію між програмами. Для виконання певних дій програма-клієнт викликає необхідні функції програми-сервера. Слід розглянути спосіб створення базових примітивів, таких як точка і полілінія, достатніх для опису і збереження розкрійних схем. При кресленні примітивів використовуються основні функції з часткою *Add*, оголошені в спеціальних колекціях: *ModelSpace* (контейнер об'єктів у просторі моделі), *PaperSpace* (контейнер об'єктів у просторі поточного листа), *Block* (іменований набір об'єктів) . За способом створення об'єктів їх можна розділити на прості і складні. Прості об'єкти створюються безпосередньо однією функцією із заздалегідь підготовленими координатами вузлових точок (*Vertex*). Складні об'єкти, такі як регіони (*Region*), твердотілі об'єкти, (*Solid*) створюються поетапно. Спочатку створюються прості примітиви, які потім об'єднуються в один складний [2]. Далі наведено код процедури, написаної в середовищі програмування Delphi, яка малює лінію в AutoCAD:

```

procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
var BeginPoint, EndPoint: OleVariant; Line: IAcadLine;
Begin
BeginPoint:= VarArrayCreate([0, 2], varDouble); //змінний тип масиву з трьох дійсних чисел
EndPoint:= VarArrayCreate([0, 2], varDouble);
Try
// початкову точку лінії задає користувач
BeginPoint:= AcadDoc.Utility.GetPoint(EmptyParam, 'Вкажіть точку початку лінії: ');
// кінцева точка задається обчисленням
EndPoint[0]:= BeginPoint[0]+30; // координата X
EndPoint[1]:= BeginPoint[1]+50; // координата Y
EndPoint[2]:= BeginPoint[2]+10; // координата Z
// функція AddLine повертає посилання на об'єкт IAcadLine
Line:= ADoc.ModelSpace.AddLine(BeginPoint, EndPoint);
Line.color:= acRed; // зміна атрибуту лінії (кольору)
Line.Lineweight:= acLnWt040 // зміна товщини лінії
end;

```

При завданні координат вузлових точок будь-яких примітивів обов'язково вказуються всі три координати, навіть якщо креслиться двомірний об'єкт. Перед встановленням значень координат для вузлових точок необхідно визначити за допомогою функції *VertexArrayCreate([0, 2], varDouble)* тип варіантних змінних, що вказують на ці точки. Тут 0, 2 – індекси крайніх елементів створюваного масиву з трьох дійсних чисел, відповідно X, Y, Z. Далі звернення до цих координат відбувається як у звичайному масиві.

Більшість функцій додавання об'єктів повертають інтерфейси об'єктів, тому подальше редагування таких об'єктів не створює труднощів. Необхідно пам'ятати, що набір доступних функцій відрізняється у різних версіях AutoCAD.

Для створення поліліній пропонуються три основні інтерфейси: *IAcadPolyLine*, *IAcadLWPolyLine* (*LightweightPolyline*) та *IAcad3DPolyLine*. Розробники AutoCAD рекомендують застосовувати другий і третій з них. Перший збережений із попередніх версій для сумісності. Необхідно зазначити, що при програмному створенні поліліній можна використовувати будь-який інтерфейс, проте якщо виконується зчитування властивостей полілінії, яку накреслив користувач, необхідно використовувати інтерфейс *IAcadLWPolyLine* (якщо заздалегідь відомо, що зчитується 2D полілінія) або *IAcad3DPolyLine* (для 3D полілінії).

Для побудови полілінії служать функції: *function AddPolyline(VerticesList: OleVariant): IAcadPolyline*, *function AddLightWeightPolyline(VerticesList: OleVariant): IAcadLWPolyline* та *function Add3DPoly(PointsArray: OleVariant): IAcad3DPolyline*. Параметрами для цих функцій є координати вершин. Задаються вони так само, як і координати точки. Розмір масиву визначається відповідно до кількості вершин. При цьому у функції *AddLightWeightPolyline* вершини задаються двома координатами X, Y (тобто буде отримано плоску полілінію), в інших двох функціях – трьома координатами. Якщо полілінія складається з N вершин, а для завдання вершин використовується f координат (2 або 3), то для завдання довжини масиву *VerticesList* (*PointsArray*) можна використовувати формулу  $N*f-1$ . Після заповнення масиву координат необхідно перемістити полілінію з першої вершини в точку вставки об'єкта.

Для реалізації другого варіанта збереження розкрійних схем у файл формату DXF безпосередньо у програмі, в якій вони створені, необхідно розглянути структуру файлу [3]:

розділ HEADER (заголовок) – містить загальну інформацію про креслення. Кожен параметр має ім'я і відповідне значення;

розділ TABLES (таблиці) містить визначення іменованих елементів;

таблиця типів ліній (LTYPE);

таблиця шарів (LAYER);

таблиця стилів (STYLE);

таблиця видів (VIEW);

таблиця систем координат користувача (UCS);

таблиця конфігурацій видових екранів;

таблиця розмірних стилів (DIMSTYLE);

розділ BLOCKS (блоки). Містить графічні примітиви креслення, включаючи будь-які входження блоків;

розділ ENTITIES (примітиви). Містить графічні примітиви малюнка, включаючи будь-які входження блоків;

END OF FILE (кінець файлу).

Перевагою формату є можливість збереження інформації тільки про вибрані об'єкти, в такому разі структура файлу матиме вигляд: HEADER – ENTITIES – END OF FILE. Такий варіант виявляється доцільним, якщо необхідно передати тільки геометричну інформацію без збереження оформлення, наприклад розкрийну схему.

Власне дані у DXF-файлах записуються у вигляді груп, кожна з яких займає два рядки. У першому рядку розміщується код групи. Другий рядок містить значення групи, формат якої залежить від типу групи, що задається її кодом. Значення коду групи залежить від того, який елемент описується. Тип значення, яке визначає ця група, визначається з таблиці.

#### Коди груп

Діапазон коду групи	Відповідне значення
0 - 9	Строкове
10 - 59	З плаваючою комою
60 - 79	Ціле

Слід навести приклад урізаної структури файлу DXF, в якій є лише розділи HEADER і ENTITIES:

```

0
SECTION
  2
  HEADER
  0
ENDSEC
0 //Початок розділу ПРИМІТИВИ
SECTION
  2
  ENTITIES
  0 //Опис примітивів креслення
ENDSEC //Кінець розділу ПРИМІТИВИ
0
EOF //Кінець файлу

```

Елементи графічних примітивів розміщуються як в розділі БЛОКИ (BLOCKS), так і в розділі ПРИМІТИВИ (ENTITIES) файлу DXF. Формати розміщення графічних примітивів в обох розділах ідентичні. Деякі групи, що визначають графічний примітив, є обов'язковими, а деякі є додатковими і з'являються у файлі лише в тому разі, якщо мають значення, яке відрізняється від значення за умовчанням. У наведеному описі для груп, які завжди є у файлі, надається номер групи і функція, а додаткові групи помічені словами «додаткова N», що йдуть після опису групи. Величина N позначає значення за умовчанням, яке приймається в тому разі, якщо група пропущена. Кінець груп, які складають графічний примітив, задається наступною групою 0, початком нового графічного примітиву або ж вказівником кінця розділу.

Кожен графічний примітив починається з групи 0, що вказує його тип. Імена, які використовуються для графічних примітивів, наведені нижче. Кожен графічний примітив містить групу 8, в якій наведено ім'я шару, на якому він постійно розміщується. Якщо графічний примітив має ненульовий підйом, товщину типу лінії або інформацію про колір, то ці дані повинні бути зазначені додатково.

Нижче наведено опис тих груп, що використовуються при визначенні необхідних для представлення розкрійних схем графічних примітивів. Формат запису такий: назва примітиву, коди груп.

LINE (лінія) 10 і 20 (початкова точка), 11 і 21(кінцева точка);

POINT (точка) 10 і 20;

CIRCLE (коло) 10 і 20 (центр), 40(радіус);

TEXT (текст) 10 і 20 (місце вставки), 40 (висота), 1 (значення тексту), 50 (кут повороту, додаткова 0), 41 (відносний масштабний коефіцієнт по X, додаткова 1), 51 (кут, додаткова для нахилу 0), 7 (ім'я типу, додаткова для тексту STANDARD), 71 (прапорці генерації, додаткова 0), 72 (тип вирівнювання, додаткова 0), 11 і 21 (точка вирівнювання – додаткова; є лише в тому разі, якщо не дорівнює 0 група 72);

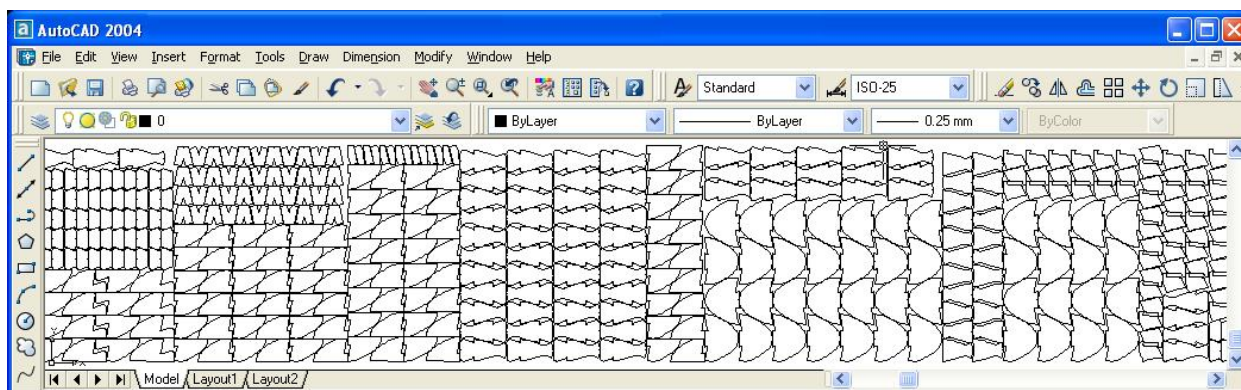
POLYLINE 70 (ознаки ламаної), 40 (початкова ширина за умовчанням), 41 (кінцева ширина за умовчанням); ознаки мають значення бітів 1 (замкнута ламана) і 2 (додана інформація про вбудовування кривої). Значення ширини за умовчанням належить до будь-якої вершини (точки перегину), в якій немає значення ширини.

VERTEX 10 і 20 (місце розташування), 40 (початкова ширина, додаткова 0), 41 (кінцева ширина, додаткова 0), 42 (кривизна), 70 (ознаки точки перегину), 50 (напрямок дотичної до згладжуючої кривої, додаткова 0).

SEQEND не має полів. За допомогою цієї величини позначається кінець точок перегину (ім'я типу –VERTEX) для ламаних або кінець величин атрибутів (ім'я типу ATTRIB) для графічного примітиву INSERT, який має атрибути [4].

Повний опис формату можна знайти на сайті розробника.

На основі наведеного матеріалу розроблено програмне забезпечення, яке реалізовано в інтегрованому середовищі програмування Delphi для операційної системи Windows. Воно дає можливість створювати розкрійні схеми взуття і шкіргалантерейних виробів, алгоритми створення яких детально описані у роботі [5], реалізувати механізми збереження даних про них у файл формату DXF та механізми їх передачі до системи AutoCAD за допомогою використання міжпрограмної взаємодії. Застосування цього програмного продукту дає можливість реалізації швидкої передачі даних до розкрійних пристроїв із програмним керуванням. Приклад експорту даних про розкрійну схему взуття до системи AutoCAD наведено на рисунку.



Креслення розкрійної схеми взуття, переданої до системи AutoCAD

**Висновки**

Для обміну інформацією з САД-системами та розкрійним обладнанням обгрунтовано доцільність використання формату збереження даних DXF, який є фактичним стандартом у галузі проектування і має відкриту специфікацію. У роботі описано технологію збереження розкрійних схем у форматі DXF безпосередньо в програмі, в якій вони створені. Ця методика дозволяє заощадити кошти на купівлю дорогої системи AutoCAD та уникнути додаткових операцій при передаванні даних. Розкрійні схеми представляються у вигляді множини об'єктів типу полілінія і коректно зчитуються розкрійним обладнанням чи іншими САД/САМ – системами. Також надано рекомендації з використання СОМ інтерфейсу для збереження креслень у форматі DXF.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. Шерстобитова В.Н., Черноусова А.М. Передача данных в автоматизированных системах технологической подготовки производства: Методические указания к лабораторным и самостоятельным работам. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 21 с.
2. AutoCAD 2004 Help: User Documentation.
3. Тарасов Ю.И. Введение в язык АвтоЛИСП. Обмен данными Автокада с другими системами. – <http://region.adm.nov.ru/graphinfo.nsf/>.
4. DXF Reference.– <http://www.autodesk.com/techpubs/autocad/dxf/>.
5. Чупринка В.І., Хоменко О.О., Шкоденко М.М. Програмні методи підготовки інформації для автоматизованого розкрою матеріалу прямокутної форми // Проблеми програмування.– 2008.– № 3.– с. 665–669.

Надійшла 20.03.2009

УДК 677.024.07.017

**МОДЕЛЮВАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТЕКСТИЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ З  
ВИКОРИСТАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

А.М. СЛІЗКОВ, В.Ю. ЩЕРБАНЬ, В.П. ПОПОВ, О.Б. ДЕМКІВСЬКИЙ, Т.І. ДЕМКІВСЬКА

Київський національний університет технологій та дизайну

**Повідомлення 2**

*Наведено приклади застосування інформаційних технологій для побудови математичної моделі властивостей текстильних матеріалів, які змінюються в процесі виробництва. Наведено адекватні математичні моделі властивостей вовняної гребінної пряжі*

Для побудови математичної моделі властивостей текстильних матеріалів з урахуванням змін цих властивостей, що виникають в процесі виробництва та експлуатації, необхідно розробити інформаційну технологію аналізу впливів факторів та реалізацію запропонованої технології на ЕОМ.

**Об'єкти та методи дослідження**

Об'єктами дослідження є властивості текстильних матеріалів та математичні методи їх моделювання у процесі їх функціонування.