

Міністерство освіти і науки України  
Державний заклад  
«Луганський національний університет імені Тараса Шевченка»

Навчально-науковий інститут фізики, математики та інформаційних  
технологій

Кафедра інформаційних технологій та систем

**Дарій Дмитро Володимирович**

**АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРОБКИ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ЗНАКІВ  
ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

**кваліфікаційна робота**

**здобувача вищої освіти другого (магістерського) рівня**

**освітньої програми «Комп'ютерні мережі»**

**за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія**

Особистий підпис \_\_\_\_\_ Дмитро ДАРІЙ

Науковий керівник \_\_\_\_\_ Геннадій МОГИЛЬНИЙ,  
кандидат технічних наук, доцент  
кафедри інформаційних технологій  
та систем

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ Микола СЕМЕНОВ,  
кандидат педагогічних наук, доцент  
кафедри інформаційних технологій  
та систем

Полтава – 2023

## **АНОТАЦІЯ**

**Дарій Д.В.**

**Тема:** Автоматизація розробки та виготовлення знаків дорожнього руху.

**Спеціальність:** 123 «Комп'ютерна інженерія».

**Установа:** ЛНУ імені Тараса Шевченка, 2023р.

**Магістерська робота містить:** 96 с., 67 рис., 15 табл., 45 джерел.

**Об'єкт дослідження** - дорожні знаки.

**Предмет дослідження** - автоматизація розробки дорожніх знаків.

**Мета роботи** - автоматизація розробки та виготовлення знаків дорожнього руху.

**Результати роботи** – в роботі проводиться огляд дорожніх знаків України, зроблено порівняльний аналіз систем автоматизованого проектування дорожніх знаків, аргументується вибір середовища розробки програмного додатка і мови програмування, розглядаються функціональні можливості CorelDraw. Розглядається і аналізується алгоритм розкрою листового прокату на різні заготовки складної форми.

В результаті роботи розроблено програмний модуль автоматизованої підготовки дорожніх знаків в CorelDraw на мові VBA. Послідовно описується розроблені модулі, наводяться приклади їх виконання, описуються реалізовані процедури і функції.

**Ключові слова:** ДОРОЖНІ ЗНАКИ, СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ, ІНТЕРФЕЙС, CORELDRAW, VBA, КАРТА РОЗКРОЮ, ФІГУРНІ ЗАГОТОВКИ, КООРДИНАТНИЙ РОЗРАХУНОК, ПЛОТЕР..

## ANNOTATION

**Darii Dmytro**

**Theme: Automation of development and production of traffic signs.**

**Speciality:** 123 "Computer Engineering".

**Institution:** Luhansk Taras Shevchenko National University (LTSNU), 2023 year.

**Master's work of:** 96 p., 67 im, 45 sources.

**A research object of:** - Road Signs.

**The article of research-** automation of development of road signs.

**An aim of research is** - automation of development and production of traffic signs.

**Job performanes** - the paper reviews the road signs of Ukraine, makes a comparative analysis of systems for the automated design of road signs, argues for the choice of a software application development environment and programming language, and examines the functionality of CorelDraw. The algorithm for cutting sheet metal into various workpieces of complex shape is considered and analyzed.

As a result of the work, a program module for the automated preparation of road signs in CorelDraw in the VBA language was developed. The developed modules are sequentially described, examples of their implementation are given, and implemented procedures and functions are described.

**Keywords:** ROAD SIGNS, SYSTEMS OF AUTOMATED DESIGN, INTERFACE, CORELDRAW, VBA, EXPLOSION MAP, FIGURE BLANKETS, COORDINATE CALCULATION, PLOTTER.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>6</b>
<b>РОЗДІЛ I. КЛАСИФІКАЦІЯ ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ ТА ЇХ ПРОЕКТУВАННЯ .....</b>	<b>9</b>
1.1. Класифікація та опис дорожніх знаків.....	9
1.2. Огляд систем автоматизованого проектування дорожніх знаків і автомобільних доріг.....	18
1.3. Огляд функціональних можливостей програми CorelDraw .....	25
1.3.1. Характеристика програми, інтерфейсу.....	25
1.3.2. Об'єктно-орієнтований підхід в Corel Draw .....	27
1.3.3. Технологічні можливості програми Corel DRAW.....	29
1.3.4. Робота з текстом в CorelDRAW.....	39
1.3.5. VBA і його можливості .....	42
1.4. Висновки до розділу .....	46
<b>РОЗДІЛ II. РАСКРОЙ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА НА РІЗНІ ЗАГОТІВЛІ СКЛАДНОЇ ФОРМИ.....</b>	<b>48</b>
2.1. Постановка задачі .....	50
2.2. Система кодування інформації креслень деталей .....	58
2.3. Алгоритм координатного розрахунку.....	63
2.4. Заміна криволінійних контурів заготовок ламаною лінією.....	64
2.5. Визначення площі заготовки, обмеженою складним геометричним контуром .....	68
2.7. Визначення перетинів заготовки і контуру.....	71
2.8. Приєднання чергової заготовки до наявного контуру .....	74
2.9. Принципи вибору чергової заготовки .....	76
2.10. Висновки до розділу .....	78
<b>РОЗДІЛ III. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЗНАКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ .....</b>	<b>79</b>
3.1. Опис модуля автоматизованого проектування дорожніх знаків .....	79
3.2. Опис модуля автоматичного розміщення фігур на плівці.....	85
3.3. Висновки до розділу .....	91
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>92</b>

<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....</b>	<b>94</b>
<b>ДОДАТОК.....</b>	<b>98</b>

## ВСТУП

Жваві автомагістралі, галасливі міські вулиці, безлюдні траси неможливо уявити без різноманітних дорожніх знаків. Немов букви алфавіту, вони допомагають і водіям, і пішоходам без запинки прочитати книгу безпечного руху на дорогах. Ставши звичною частиною навколишнього ландшафту, знаки дорожнього руху змушують думати, ніби вони були завжди.

З аналізу літературних джерел встановлено, що дорожні знаки повинні бути виготовлені на міцній основі, що забезпечує їх надійне закріплення і стійкість до різних механічних навантажень. Крім того, знаки повинні бути добре видно всім учасникам дорожнього руху в будь-який час доби і за будь-яких погодних умовах. З технічного боку вони представляють собою пластикову або металеву основу, на яку з метою забезпечення гарної видимості знака при будь-якому освітленні кріпиться світловідбивна плівка. Дорожні знаки виготовляються і встановлюються відповідно до вимог технічних нормативних правових актів органу державного управління з стандартизації, метрології та сертифікації.

У ряді випадків, при проектуванні елементів дорожніх знаків на світловідбивну плівку і їх порізку на плотері пред'являються вимоги до макету під порізку:

- Файли повинні бути в форматі CDR (9-13), AI, EPS (9);
- Всі елементи повинні бути згруповані. Не допускається передача контурів, сформованих за допомогою потовщення, що надаються програмою;
- Шрифти повинні бути переведені в криві. У всіх приєднаних кривих точки повинні бути замкнутими, не повинно бути накладення об'єктів один на одного. Висота символу не менше 3 мм, з товщиною лінії (перемичок) незгірш від 1мм. Товщина ліній всіх об'єктів повинна бути однаковою;

- Не допускається підстановка фону під лінію: площині, що забезпечують смислове або колірне розділення, повинні мати власні окреслюють контури.

Крім того важливий фактор для проектування дорожніх знаків становить вартість плотерного різання на яку впливають:

- розміри вирізаних елементів;
- оптимальна кількість вузлів.
- компактне розміщення графічних фігур на аркуші (на плівці).

Компактне розміщення графічних фігур на аркуші забирає навіть у досвідченого дизайнера величезну кількість часу, тому що дизайнеру доводиться самотійно шукати оптимальний варіант розміщення.

Тому створення програми, яка готує графічні елементи до виходу на плотер: прибирає заливку, конвертує всі фігури в криві, здатна оптимально розмістити графічні фігури на аркуші - є актуальним завданням.

**Об'єкт дослідження** - дорожні знаки.

**Предмет дослідження** - автоматизація розробки дорожніх знаків.

**Мета роботи** - автоматизація розробки та виготовлення знаків дорожнього руху.

Для вирішення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Зробити огляд дорожніх знаків і провести аналіз типорозмірів дорожніх знаків;
2. Провести порівняльний аналіз систем автоматизованого проектування дорожніх знаків;
3. Дослідити алгоритми оптимального розміщення об'єктів довільної форми на аркуші;
4. Проаналізувати можливості програми CorelDraw;
5. Розробити програму для автоматизації проектування дорожніх знаків.

**Практичною цінністю** роботи є розроблений додаток за допомогою якого автоматизується процес підготовки дорожніх знаків готових до порізки на плотері.

Магістерська робота складається з трьох розділів.

У першому розділі проводиться огляд дорожніх знаків, порівняльний аналіз систем автоматизованого проектування дорожніх знаків, аргументується вибір середовища розробки програмного додатка і мови програмування, розглядаються функціональні можливості CorelDraw.

У другому розділі розглядається і аналізується алгоритм розкрою листового прокату на різні заготовки складної форми.

Третій розділ присвячений розробці та реалізації програмного модуля автоматизованої підготовки дорожніх знаків в CorelDraw на мові VBA. В цьому розділі послідовно описується розроблені модулі, наводяться приклади їх виконання, описуються реалізовані процедури і функції.

# РОЗДІЛ І. КЛАСИФІКАЦІЯ ДОРОЖНІХ ЗНАКІВ ТА ЇХ ПРОЕКТУВАННЯ

## 1.1. Класифікація та опис дорожніх знаків

Дорожній знак - технічний засіб безпеки дорожнього руху, стандартизований графічний малюнок, що встановлюється у дороги для повідомлення певної інформації учасникам дорожнього руху.

Дорожні знаки (додаток 1. Правила дорожнього руху) поділяються на сім груп (категорій):

а) Попереджувальні знаки. Червона окантовка. Інформують водіїв про наближення до небезпечної ділянки дороги і характер небезпеки. Під час руху по цій ділянці необхідно вжити заходів для безпечного проїзду. Мають трикутну форму. Фон - білий, малюнки - чорні.

б) Знаки пріоритету. Встановлюють черговість проїзду перехресть, перехрещення проїзних частин або вузьких ділянок дороги. Форми, бувають різними.

в) Заборонні знаки. Впроваджують або скасовують певні обмеження в русі, наприклад, розворот; забороняють рух певних транспортних засобів, наприклад, заборона руху для тракторів. Форма - кругла, фон - білий, колір малюнків - чорний.

г) Розпорядчі знаки. Показують обов'язкові напрямки руху або дозволяють деяким категоріям учасників рух по проїзній частині чи окремих її ділянках, а також запроваджують або скасовують деякі обмеження. Форма - кругла, фон - синій, малюнки - білі.

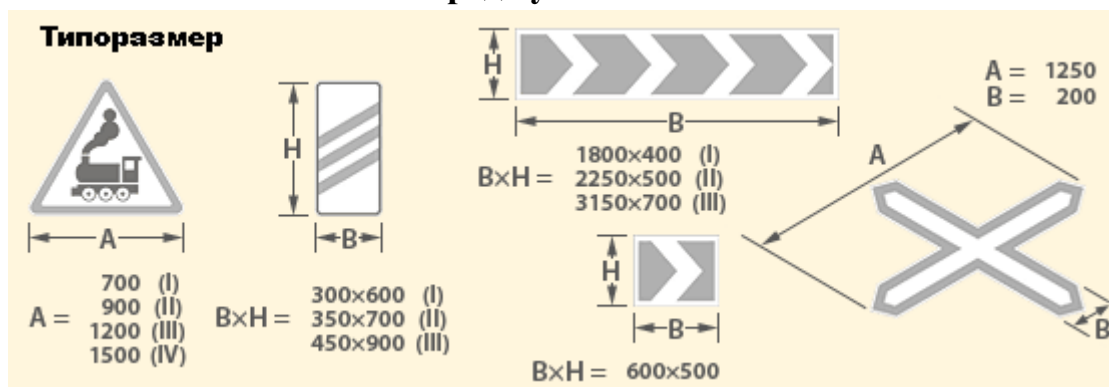
д) Інформаційно-вказівні знаки. Впроваджують або скасовують певний режим руху, а також інформують учасників дорожнього руху про розташування населених пунктів, різних об'єктів, територій, де діють спеціальні правила. До цих знаків відносяться також покажчики напрямів і відстаней, кілометрові знаки, знаки, із зазначенням назв міст і річок. Форма - квадрат або прямокутник, колір фону, як правило, синій (на автомагістралях - зелений), колір малюнків, як правило, білий.

е) Знаки сервісу. Інформують учасників дорожнього руху про розташування об'єктів обслуговування: автозаправних станцій, готелів, кемпінгів. Форма - прямокутна, колір фону - білий, колір малюнків - чорний, окантовка синя.

є) Таблички до дорожніх знаків. Уточнюють або обмежують дію знаків, разом з якими вони встановлені за часом (наприклад, тільки по буденним дням) або поширюючи їх тільки на певні категорії транспортних засобів (наприклад, тільки для вантажівок), або надають іншу додаткову інформацію. Форма - прямокутна, колір фону - білий, колір малюнка - чорний, окантовка - чорна.

Знаки на жовтому тлі відносяться до тимчасових і застосовуються як окремо, так і в поєднанні з іншими тимчасовими технічними засобами організації дорожнього руху, в місцях проведення ремонтних та інших робіт на дорозі, а також у випадках оперативного зміни в організації дорожнього руху, пов'язаного із забезпеченням його безпеки або проведенням спеціальних заходів.

### Попереджувальні знаки



Таблиця 1.1

### Застосування попереджувальних знаків

Типорозмір	Застосування знаків	
	Поза населених пунктів	В населених пунктах

<b>I</b>	Дороги з шириною проїздної частини менше 6 м	Дороги з одною полосою для руху в одному напрямку
<b>II</b>	Дороги з одною або двома полосами для руху в одному напрямку	Дороги з двома полосами для руху в одному напрямку
<b>III</b>	Дороги з трьома і більше полосами для руху в одному напрямку (автомагістралі)	Дороги з трьома і більше полосами для руху в одному напрямку
<b>IV</b>	Ремонтні роботи на автомагістралях, місця концентрації дорожньо-транспортних пригод, небезпечні ділянки, - у випадку обґрунтування доцільності застосування знаків	

### Приклади попереджувальних знаків:

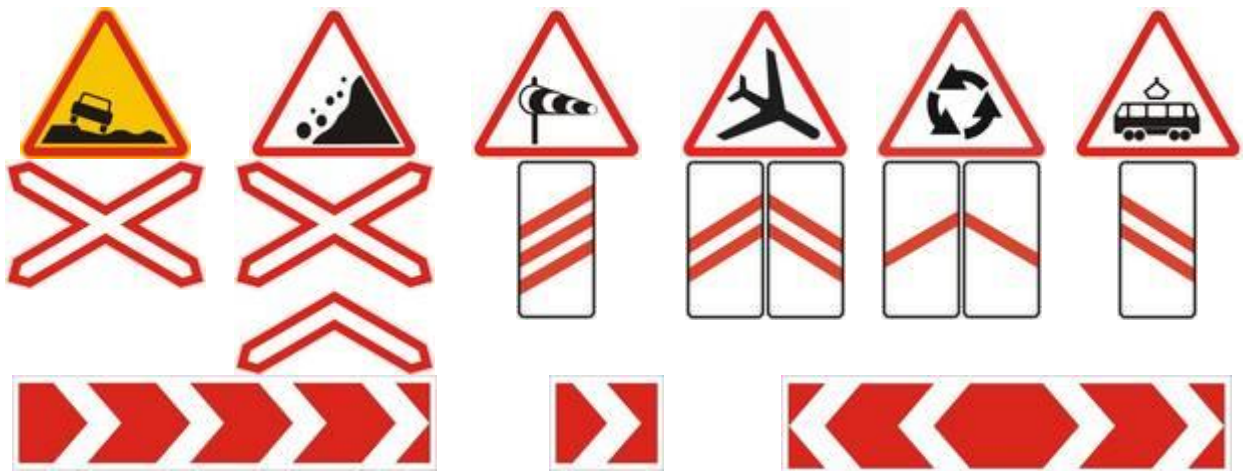
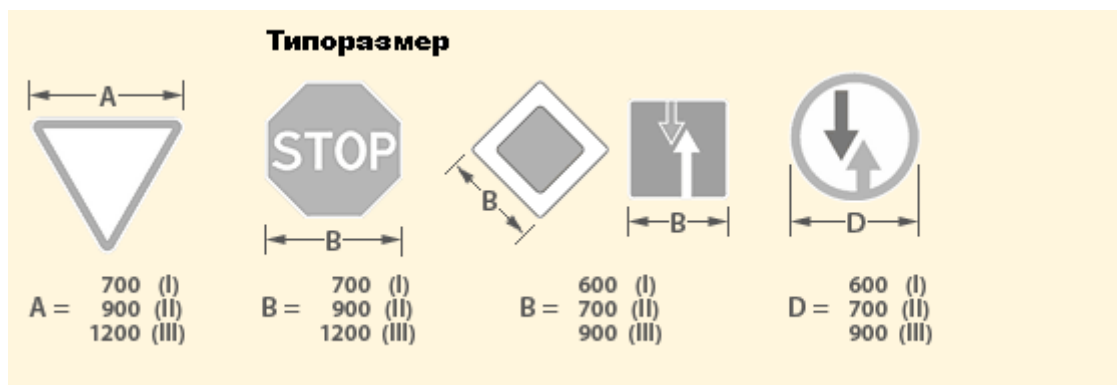


Рис.1.1. Попереджувальні знаки

### Знаки пріоритету



## Застосування знаків пріоритету

Типорозмір	Застосування знаків	
	Поза населених пунктів	В населених пунктах
I	Дороги з шириною проїжджої частини менше 6 м	Дороги з одною полосою для руху в одному напрямку
II	Дороги з одною або двома полосами для руху в одному напрямку	Дороги з двома полосами для руху в одному напрямку
III	Дороги з трьома і більше полосами для руху в одному напрямку (автомагістралі)	Дороги з трьома і більше полосами для руху в одному напрямку
IV	Ремонтні роботи на автомагістралях, місця концентрації дорожньо-транспортних пригод, небезпечні ділянки, - у випадку обґрунтування доцільності застосування знаків	

## Приклади знаків пріоритету:

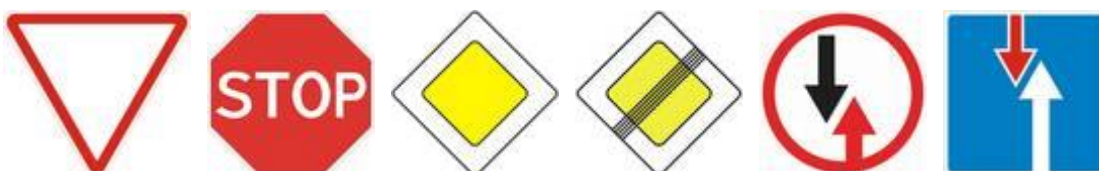
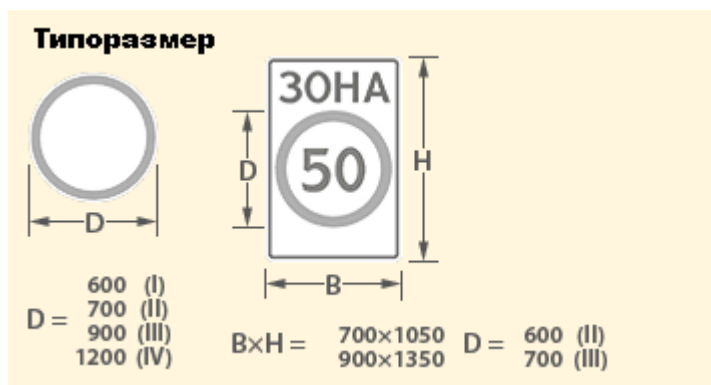


Рис. 1.2. Знаки пріоритету

## Заборонні знаки



## Застосування заборонних знаків

Типорозмір	Застосування знаків	
	Поза населених пунктів	В населених пунктах
I	Дороги з шириною проїзджої частини менше 6 м	Дороги з одною полосою для руху в одному напрямку
II	Дороги з одною або двома полосами для руху в одному напрямку	Дороги з двома полосами для руху в одному напрямку
III	Дороги з трьома і більше полосами для руху в одному напрямку (автомагістралі)	Дороги з трьома і більше полосами для руху в одному напрямку
IV	Ремонтні роботи на автомагістралях, місця концентрації дорожньо-транспортних пригод, небезпечні ділянки, - у випадку обґрунтування доцільності застосування знаків	

## Приклади заборонних знаків:

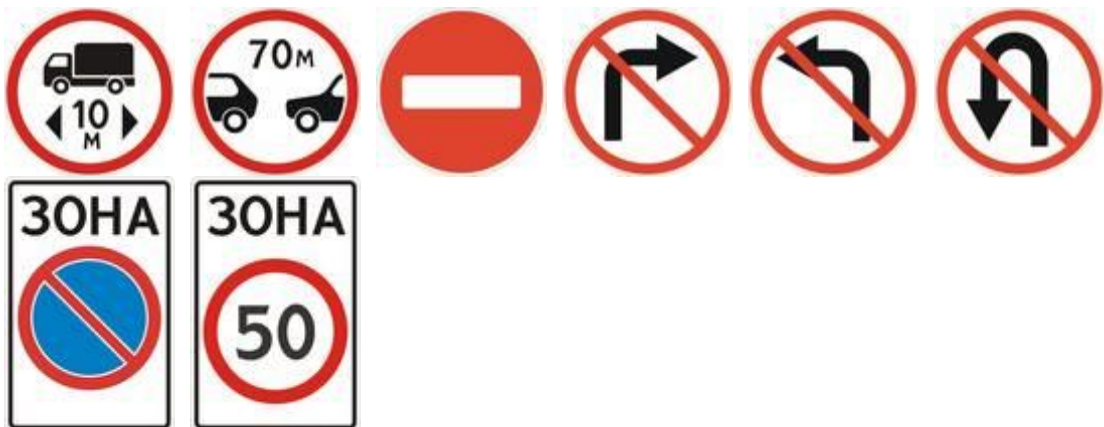
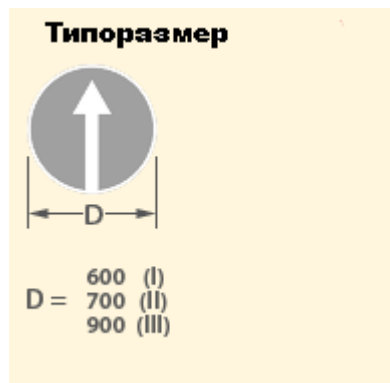


Рис. 1.3. Заборонні знаки

## Розпорядчі знаки



Таблиця 1.4

**Застосування розпорядчих знаків.**


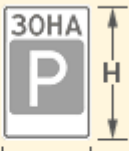
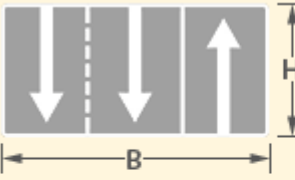


Типорозмір	Застосування знаків	
	Поза населених пунктів	В населених пунктах
I	Дороги з шириною проїздної частини менше 6 м	Дороги з одною полосою для руху в одному напрямку
II	Дороги з одною або двома полосами для руху в одному напрямку	Дороги з двома полосами для руху в одному напрямку
III	Дороги з трьома і більше полосами для руху в одному напрямку (автомагістралі)	Дороги з трьома і більше полосами для руху в одному напрямку
IV	Ремонтні роботи на автомагістралях, місця концентрації дорожньо-транспортних пригод, небезпечні ділянки, - у випадку обґрунтування доцільності застосування знаків	

**Приклади розпорядчих знаків:**



Рис.1.4. Розпорядчі знаки

**Інформаційно-вказівні знаки**

Типорозмір				
				
$B =$ 600 (I) 700 (II) 900 (III)	$B \times H =$ 600×900 (I) 700×1050 (II) 900×1350 (III)	для 3 смуг: $B \times H =$ 1400×700 (II) 1800×900 (III)  для 2 смуг: $B \times H =$ 1050×700 (II) 1350×900 (III)	$B \times H =$ 1050×350 (II) 1350×450 (III)	
			$B \times H =$ 350×250 (2 цифри) 500×250 (3 цифри)	

Таблиця 1.5

### Застосування інформаційно - вказівних знаків.

Типорозмір	Застосування знаків	
	Поза населених пунктів	В населених пунктах
I	Дороги з шириною проїздної частини менше 6 м	Дороги з одною смугою для руху в одному напрямку
II	Дороги з одною або двома смугами для руху в одному напрямку	Дороги з двома смугами для руху в одному напрямку
III	Дороги з трьома і більше смугами для руху в одному напрямку (автомагістралі)	Дороги з трьома і більше смугами для руху в одному напрямку
IV	Ремонтні роботи на автомагістралях, місця концентрації дорожньо-транспортних пригод, небезпечні ділянки, - у випадку обґрунтування доцільності застосування знаків	

### Приклади інформаційно - вказівних знаків:

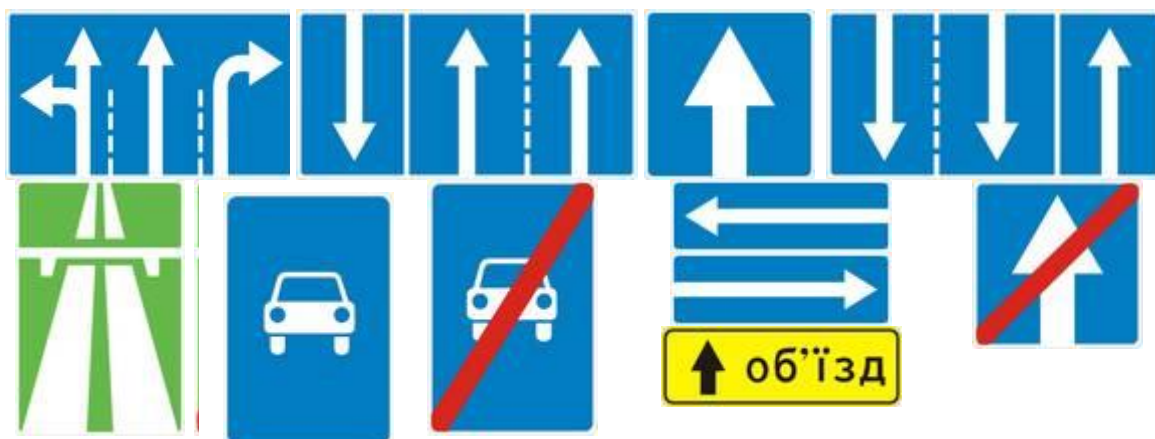
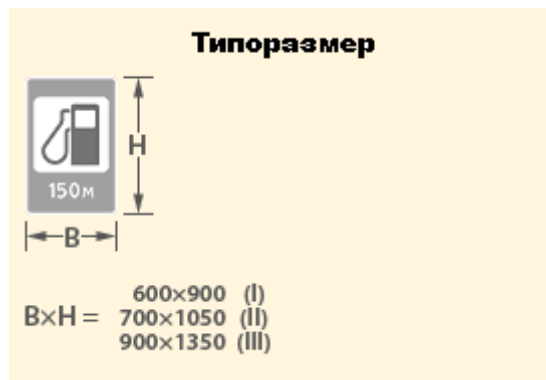


Рис.1.5. Інформаційно-вказівні знаки

### Знаки сервісу



Таблиця 1.6

### Застосування знаків сервісу

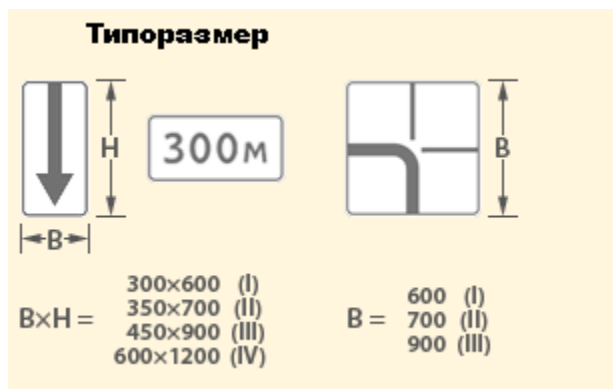
Типорозмір	Застосування знаків	
	Поза населених пунктів	В населених пунктах
I	Дороги з шириною проїздної частини менше 6 м	Дороги з одною полосою для руху в одному напрямку
II	Дороги з одною або двома полосами для руху в одному напрямку	Дороги з двома полосами для руху в одному напрямку
III	Дороги з трьома і більше полосами для руху в одному напрямку (автомагістралі)	Дороги з трьома і більше полосами для руху в одному напрямку
IV	Ремонтні роботи на автомагістралях, місця концентрації дорожньо-транспортних пригод, небезпечні ділянки, - у випадку обґрунтування доцільності застосування знаків	

### Приклади знаків сервісу:



Рис.1.6. Знаки сервісу

## Таблички до дорожніх знаків



Таблиця 1.7

### Застосування табличок до дорожніх знаків

Типорозмір	Застосування знаків	
	Поза населених пунктів	В населених пунктах
I	Дороги з шириною проїздної частини менше 6 м	Дороги з одною полосою для руху в одному напрямку
II	Дороги з одною або двома полосами для руху в одному напрямку	Дороги з двома полосами для руху в одному напрямку
III	Дороги з трьома і більше полосами для руху в одному напрямку (автомагістралі)	Дороги з трьома і більше полосами для руху в одному напрямку
IV	Ремонтні роботи на автомагістралях, місця концентрації дорожньо-транспортних пригод, небезпечні ділянки, - у випадку обґрунтування доцільності застосування знаків	

#### Приклади табличок до дорожніх знаків:

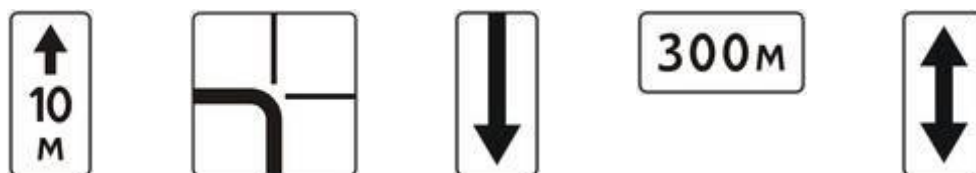


Рис.1.7. Таблички до дорожніх знаків

**Знаки індивідуального проектування** виготовляються згідно ДСТУ 4100-2002 з оцинкованого сталевого листа товщиною 1.25 мм з подвійним загином основи по периметру. Тильна сторона пофарбована антикорозійною

фарбою із застосуванням порошкової технології, лицьова сторона виготовляється з світловідбиваючої плівки LG або 3M.



Рис.1.8. Знаки індивідуального проектування

#### Додаткові знаки індивідуального проектування на АЗС

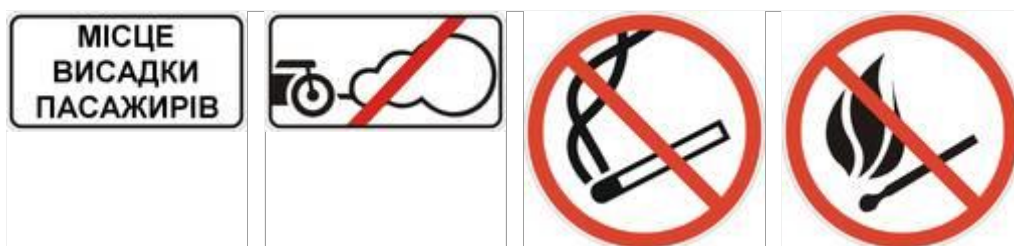


Рис.1.9. Знаки індивідуального проектування на АЗС

## 1.2. Огляд систем автоматизованого проектування дорожніх знаків і автомобільних доріг

Низький рівень розвитку мережі автомобільних доріг України є суттєвим стримуючим фактором зростання ринкової економіки, при якому автомобільний транспорт відіграє домінуючу роль.

В даний час проектування автомобільних доріг виконується з широким застосуванням автоматизованих процедур, починаючи від збору і обробки геодезичної інформації і закінчуючи підготовкою креслень і кошторисних розрахунків. Зараз, в основному, проектування автомобільних доріг виконується автоматизовано, тобто за допомогою САПР-систем автоматизованого проектування (CAD-Computer Aided Design).

Зараз у фонді програмних засобів України зареєстровано кілька сертифікованих САПР автомобільних доріг.

### **САПР CAD CREDO**

Саме завдяки цій системі в багатьох дорожніх проектних організаціях почався процес комплексної автоматизації робіт. А багато розрахункові схеми і алгоритми системи CREDO і сьогодні оцінюються як новаторські і взяті на озброєння іншими розробниками програмних засобів.

До складу системи CREDO 3-го покоління увійшли 4 підсистеми:

- топоплан;
- лінійні вишукування;
- генеральний план;
- дороги,

і ряд пакетів прикладних програм (проектування індивідуальних знаків, розрахунок нежорсткого дорожнього одягу і ін.)

### **САПР AT Robur**

Реалізований на єдиній методологічній системі, Robur забезпечує вирішення комплексу дорожніх завдань від обробки матеріалів досліджень до винесення проекту в натуру.

Robur має три робочих вікна:

- План;
- Профіль;
- Діаметр.

Це дозволяє вести проектування траси як просторового об'єкта. Дані в вікнах взаємопов'язані, редагування в одному з них призводить до модифікації даних в іншому місці.

Чорні поздовжній і поперечні профілі можуть бути створені по цифровій моделі рельєфу і введені в табличній формі або імпортовані з текстових файлів. Robur дозволяє автоматично створювати поздовжній профіль по керівної позначці й кроку проектування.

У базовий комплект Robur включені наступні шаблони:

- для заміських доріг без розділової смуги;
- для заміських доріг з розділовою смугою;
- для міських доріг з односхилим профілем;
- для міських доріг з двосхилим профілем.

### **САПР АТ GIP**

GIP- комплекс спеціалізованих програм, за допомогою яких можна виробляти основну частину роботи з проектування автомобільних доріг. Система працює з тривимірними структурами даних. Плоске зображення на екрані є лише проекцією ліній, що утворюють тривимірні поверхні або перетину цих поверхонь площинами.

Програми комплексу об'єднані в блоки, кожен з яких вирішує одну з основних завдань проектування автомобільних доріг:

- 1) менеджер проектів;
- 2) редактор вихідних даних;
- 3) редактор поверхонь;
- 4) редактор плану траси;
- 5) формування чорних профілів;
- 6) редактор поздовжнього профілю;
- 7) редактор параметрів верху земляного полотна;
- 8) редактор укосів і кюветів;
- 9) обсяги земляних робіт;
- 10) редактор генерального плану.

### **САПР АТ PLATEIA**

PLATEIA використовує в якості графічного ядра AutoCAD і складається з модулів:

- o Місцевість- набір інструментів для роботи з картами.
- o Вісь- дозволяє трассировать осьові лінії проектованої дороги. Трасування виконується за допомогою прямих, кругових і перехідних кривих.
- o Поздовжній профіль-включає інструменти формування проектної лінії, водовідвідних каналів і розрахунку земляних мас.

- о Поперечні сечення- виробляє параметричну отрисовку укосів, канав, рослинного шару, шару підсипки.
- о Транспорт- служить для проектування перетинів, розмітки дорожніх знаків.

### **PYTHAGORAS**

Програма використовується для підготовки високоякісних креслень, вона затребувана при виконанні інженерно-геодезичних робіт, складанні топографічних і кадастрових планів, а також в дорожньому проектуванні.

До недоліків програми відносять відсутність можливості коригувати триангуляційні поверхні за допомогою структурних ліній, що істотно знижує точність побудови таких поверхонь.

### **САПР AT MX Road**

Програма повністю сумісна з MS Windows і здатна працювати як самостійний додаток, або в середовищі САПР AutoCAD.

Головною концепцією продукту є моделювання стренгами (струнами) - тривимірними ламаними лініями, які представляють собою модель проєктованого об'єкта. Кожна струна повинна мати своє найменування і бути пов'язана з певними характеристиками.

MX Road забезпечує: введення вихідних даних і їх аналіз, проєктування дороги за допомогою динамічного тривимірного проєктування, автоматичний розрахунок віражів і приведення ухилів віражу у відповідність з місцевими стандартами, проєктування дорожнього одягу, земляних робіт, перехресть і ін.

### **САПР AT IndorCAD / Road**

Система IndorCAD / Road дозволяє проєктувати автомобільні дороги усіх категорій на стадії їх будівництва, реконструкції, модернізації та ремонту. В основу ідеології системи покладені, в першу чергу, розрахункові схеми для реконструкції доріг. Нове будівництво тут розуміється як окремий випадок реконструкції, тобто у відсутності фактора обліку елементів існуючої дороги.

У системі реалізований принцип єдиної моделі дороги, і будь-які зміни в одній з проєкцій дороги приведуть до негайних змін в інших проєкціях.

САПР AT IndorCAD / Road є універсальним програмним комплексом з проектування автомобільних і міських доріг.

### IndorDraw

Дозволяє допрацьовувати і виводити на друк різні креслення, автоматично генеруються системами проектування IndorCAD, універсальної геоінформаційної системою IndorGIS, системою проектування дорожніх знаків IndorRoadSigns і інформаційною системою автомобільних доріг IndorInfo / Road.

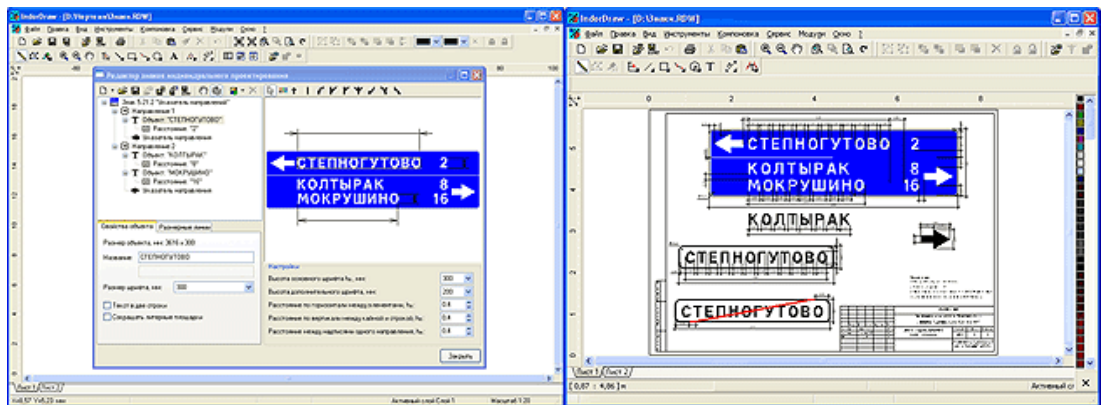


Рис. 1.10. Система підготовки креслень IndorDraw

### IndorRoadSign

Модуль RoadSigns призначений для розміщення дорожніх знаків в рамках проектів організації дорожнього руху, а також при виконанні паспортизації та інвентаризації. Модуль включає в себе бібліотеку типових дорожніх знаків відповідно до ГОСТ 52290-2004 «Знаки дорожні», а також містить редактор для створення знаків індивідуального проектування будь-якої складності.

Розробка схем дислокації дорожніх знаків в рамках проектів організації дорожнього руху.

Формування відомостей розстановки дорожніх знаків.

Проектування дорожніх знаків індивідуального проектування і формування креслень для їх виготовлення.

Відображення дорожніх знаків в тривимірному вигляді системи IndorCAD для їх візуальної оцінки.

#### ZNAK 4.4 Проектування індивідуальних дорожніх знаків.

Призначення: програма Znak призначена для проектування індивідуальних дорожніх знаків 5.20.1, 5.20.2, 5.21.2, 5.22, 5.23, 5.24, 5.25, 5.27, 5.29. При розробці цієї програми в якості нормативної документації використані ГОСТ 10807-78 СРСР, ДСТУ 4100-2002 України і СТБ 1140-99 Білорусі, а також ГОСТ Р 52290-2004, ГОСТ Р 52289-2004 Росії.

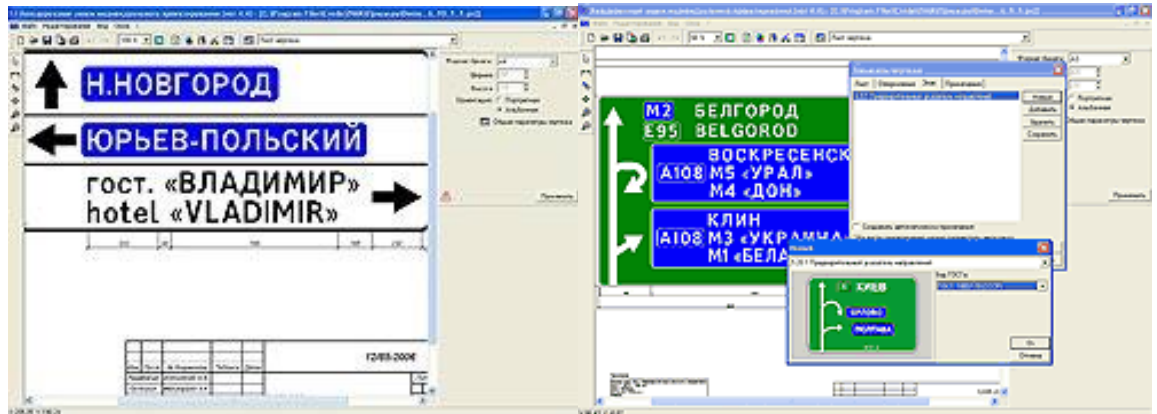


Рис. 1.11. Проектування індивідуальних дорожніх знаків в ZNAK

**Області застосування:** проектування автомобільних доріг.

**Характеристика інтерфейсу:** стандартний інтерфейс WINDOWS.

При розробці даної програми в якості нормативної документації були використані ГОСТ 10807-78 СРСР, ДСТУ 4100-2002 України і СТБ 1140-99 Білорусі.

**Результати:** креслення, файли формату DXF, BMP, JPG, WMF, CSC.

особливості системи

- Гнучка настройка, що дозволяє врахувати вимоги ДАІ
- Можливість використання буквених символів башкирського, білоруського, казахського, української та англійської мов
- Транслітерація тексту, таблиця символів
- Взаємозв'язаність елементів креслення і знака, що дозволяє використовувати готові знаки і креслення

#### Основні функції

- Відображення скомпонованого зображення щита з урахуванням нормативних вимог відповідно до обсягу наявних даних

- Представлення у вигляді ієрархічної структури всіх даних про конфігурацію і параметри щита і його елементів, що дозволяють на будь-якій стадії проектування змінити ті чи інші дані
- Створення, доповнення, редагування і використання бібліотеки готових знаків і покажчиків напрямків
- Автоматична, ручна або комбінована розстановка розмірів на кресленні
- Компонування креслення в інтерактивному режимі з можливістю розміщення декількох знаків, таблиць використовуваних символів, стандартних приміток, штампів
- Висновок на друк з повним оформленням або без оформлення креслення, в чорно-білому, контурном або кольоровому варіанті
- Експорт у формати: растровий (BMP, JPEG), векторний (WMF, DXF), інтерпретує (CSC)

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлено, що в даний час в світі існує досить велика кількість програмних продуктів для створення креслень, серед яких можна виділити:

- а) потужні універсальні системи автоматизованого проектування типу AutoCAD, Компас;
- б) спеціальні системи підготовки діаграм і графіків типу Visio, Micrografix;
- в) спеціалізовані програмні продукти, орієнтовані на конкретну галузь.

Основною метою розробки системи підготовки креслень дорожніх знаків є створення продукту, що має прості, але в, то, же час функціональні інструменти для створення креслень проектів дорожніх знаків придатних для порізу на плотері.

Іншою важливою передумовою створення власного модуля автоматизованої підготовки дорожніх знаків є досить висока вартість аналогічних існуючих продуктів.

Тому була обрана програма для роботи з векторною графікою CorelDraw.

### **1.3. Огляд функціональних можливостей програми CorelDraw**

#### **1.3.1. Характеристика програми, інтерфейсу**

CorelDraw призначений для роботи з векторною графікою і є безсумнівним лідером серед подібних програм. Популярність CorelDraw пояснюється великим набором засобів створення і редагування графічних образів, зручним інтерфейсом і високою якістю одержуваних зображень. З його допомогою можна створювати як прості контурні малюнки, так і ефективні ілюстрації з вражаючим уяву переливом фарб і приголомшливими ефектами. CorelDraw унікальний, тому що він володіє і інтуїтивністю, зрозумілістю, універсальністю, і ні з чим незрівнянну привабливістю, що робить його доступним і затребуваним для користувачів-непрофесіоналів різного віку і професій. З іншого боку, цей редактор дуже потужний, в нього включено весь набір професійних функцій, реалізованих на високому програмному рівні, що робить його основною програмою, що використовується професіоналами в більшості видавництв, друкарень і фірм, що займаються допечатної підготовкою. Ця програма доступна для всіх користувачів, по ній існує багато російськомовної та перекладної літератури.

CorelDraw має стандартний інтерфейс, характерний для всіх програм, що працюють під управлінням MS Windows. У той же час на екрані присутній ряд елементів, характерних тільки для графічних програм.

На екрані при запуску програми відображаються два вікна: вікно самої програми і вікно документа. При роботі з програмою можна одночасно працювати з декількома вікнами документів. У верхній частині вікна програми знаходиться основне меню програми. Працюють з ним так само, як і в інших програмах. Для альтернативного виконання команди можна використовувати комбінацію клавіш. В CorelDraw існує зручна можливість поряд зі стандартними призначати власні комбінації клавіш різним командам.

Працювати можна також з контекстним меню, що викликається правою кнопкою миші.

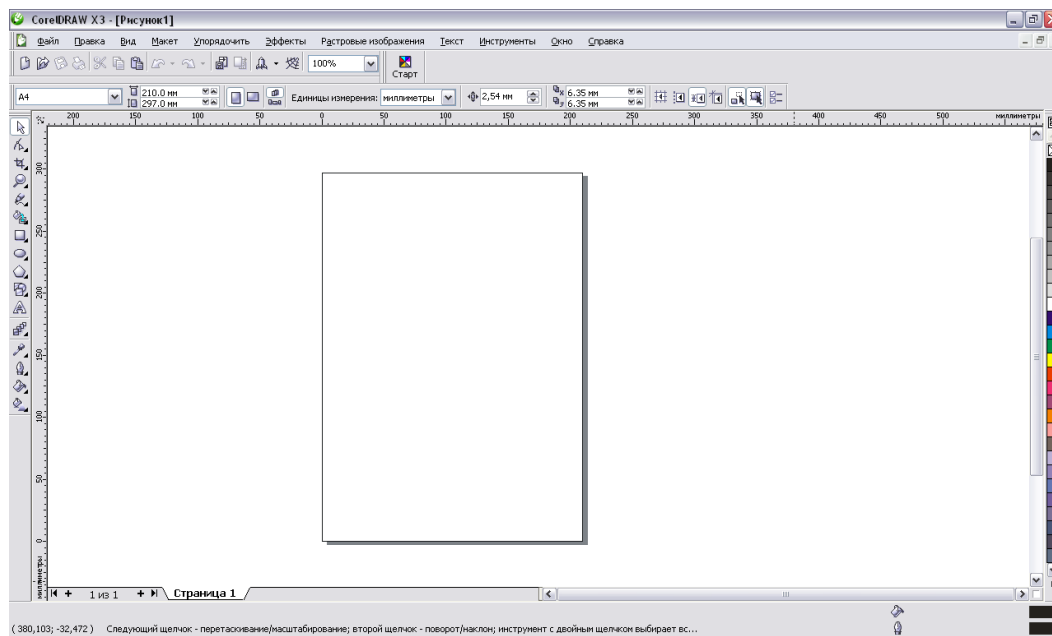


Рис.1.12. Інтерфейс програми CorelDraw

Під рядком меню знаходяться дві основні панелі:

1. Стандартна панель. Одна з 12 командних панелей. Такі панелі характерні для багатьох програм, що працюють під управлінням MS Windows. Розміщення на ній значки забезпечують швидкий доступ до стандартних команд.

2. Панель властивостей. Є контекстно-залежною панеллю. Це означає, що її значки і списки динамічно змінюються в залежності від режиму роботи, активного інструменту і типу виділеного об'єкта. Таким чином забезпечується доступ до найбільш важливим командам, пов'язаним з обраним об'єктом або інструментом.

Далі, в облямівці лінійок, які потрібні для орієнтації в просторі, і смуг прокрутки, необхідних для прокрутки документа, йде робочий простір програми. Воно складається з друкованої сторінки і монтажного столу. Монтажний стіл служить для створення і розміщення елементів.

У лівій частині нижньої смуги прокрутки знаходяться елементи управління сторінками: кнопки додавання сторінок, прокручування сторінок,

лічильник сторінок і ярлички сторінок. Все це називається Навігатор документа.

У самому низу вікна програми знаходиться рядок стану, або статус-рядок. У полях рядка стану виводиться різна довідкова інформація: положення покажчика миші, список клавіатурних скорочень, відомості про поточний об'єкт. У правій частині рядка стану відображається інформація про поточну заливку і поточному контурі.

У лівій частині екрана знаходиться елемент, який можна назвати основним елементом інтерфейсу, без якого робота в програмі навряд чи можлива - це панель інструментів. Вона містить 60 інструментів для створення, форматування, редагування об'єктів і управління робочим середовищем.

У правій частині екрана знаходиться колірна панель, яка застосовується для заливки об'єктів кольором і зміни колірних складових обведення.

У будь-якій програмі існують допоміжні елементи інтерфейсу. Для програм векторної графіки характерна наявність трьох видів допоміжних елементів:

1. Лінійки. За ним відбувається орієнтація в просторі.
2. Напрямні. Це допоміжні лінії, які можна розміщувати на екрані для зручності вирівнювання та розміщення основних елементів зображення.
3. Сітка. Являє собою пересічні горизонтальні і вертикальні допоміжні лінії, розміщені з фіксованим кроком. Сітку зручно використовувати тоді, коли об'єктом роботи є будь-яка схема, таблиця, карта або креслення.

Також на екрані можуть розташовуватися і деякі інші елементи.

### **1.3.2. Об'єктно-орієнтований підхід в Corel Draw**

Corel DRAW являє собою інтегрований об'єктно-орієнтована пакет програм для роботи з векторною графікою. Спробуємо розібратися, що стоїть за цими термінами.

Слова «інтегрований пакет» означають, що Corel DRAW X3 представляє собою не окрему програму, орієнтовану на рішення якої-небудь однієї чітко

поставленого завдання, а сукупність програм (пакет), орієнтованих на вирішення безлічі різних завдань, що виникають при роботі користувача в певній прикладній області, а саме - в області ілюстративної графіки.

Інтегрованість пакета слід розуміти в тому сенсі, що входять до нього програми можуть легко обмінюватися даними чи послідовно виконувати різні дії над одними і тими ж даними. Так досягається багатофункціональність пакету, можливості різних програм об'єднуються, інтегруються в єдине ціле, що представляє собою щось більше, ніж сума їх складових частин.

Термін «об'єктно-орієнтований» слід розуміти в тому сенсі, що всі операції в процесі створення і редагування зображень користувач виконує не з зображенням в цілому і не з його найдрібнішими, атомарними частками (пікселями зображення), а з об'єктами - семантично навантаженими елементами зображення. Почавши зі стандартних об'єктів (кіл, прямокутників, текстів і т. Д.), Користувач може будувати складені об'єкти (наприклад, значок в розглянутому вище прикладі) і маніпулювати ними як єдиним цілим. Таким чином, зображення стає ієрархічною структурою, на самому верху якої знаходиться векторне зображення в цілому, а в самому низу - стандартні об'єкти.

Друга особливість об'єктної орієнтації пакету полягає в тому, що кожному стандартному класу об'єктів ставиться у відповідність унікальна сукупність параметрів, що управляють, або атрибутів класу. Якщо ми говоримо про прямокутнику заввишки 200 мм і шириною 300 мм, залитому синім кольором, обведеним жовтою лінією шириною 3 пункту, з центром, розташованим на відстані 150 мм по вертикалі і 250 мм по горизонталі від лівого нижнього кута сторінки з кутом нахилу довгої сторони до горизонталі, що становить  $32^\circ$ , ми маємо справу з екземпляром класу - об'єктом, для якого зафіксовані значення керуючих параметрів.

Третьою особливістю об'єктної орієнтації пакету є те, що для кожного стандартного класу об'єктів визначено перелік стандартних операцій.

### 1.3.3. Технологічні можливості програми Corel DRAW

#### Поняття об'єкта в CorelDRAW

Будь-яке зображення у векторному форматі складається з безлічі складових частин, які редагуються незалежно один від одного. Головними цеглинками, з яких складається зображення, є, так звані, об'єкти. Поняття об'єкта є основним поняттям в редакторі CorelDRAW 13. Об'єктом називається елемент зображення: пряма, коло, прямокутник, крива, замкнута крива, багатокутник і інші. Так як за допомогою комбінації декількох об'єктів можна створювати новий об'єкт, то об'єкти можуть мати досить складний вид. Крім того, CorelDRAW 13 може створювати групи об'єктів для подальшого редагування групи як єдиного об'єкта. Незалежно від зовнішнього вигляду, будь векторний об'єкт CorelDRAW має ряд загальних характеристик. Пояснимо це на простому прикладі (Рис. 1.13.). Будь-який об'єкт має деяку кількість точок або вузлів, з'єднаних прямими або кривими лініями - сегментами. Координати вузлів і параметри сегментів визначають зовнішній вигляд об'єкта. Область всередині об'єкта можна зафарбувати або залити одним кольором, сумішшю кольорів або візерунком. Цю область прийнято називати заливкою. Сегменти об'єкта утворюють контур, який також має свій колір. Товщину контуру можна змінювати. Розрізняють замкнуті і розімкнуті контури. У одного об'єкта не може бути різних заливок або сполучних ліній різної товщини і різних кольорів. Для створення складних зображень потрібно використовувати безліч об'єктів.



Рис.1.13. Пример объекта

Зміна в вузлах, сегментах, контурі, заливці об'єктів і приводить в результаті до створення необхідного зображення в редакторі векторної графіки. Одним з важливих об'єктів CorelDRAW є плавно вигнуті криві, за допомогою яких можна побудувати будь-який довільний контур. Ці криві називаються кривими Безьє. Математик П'єр Безьє (Pierre Bezier) відкрив, що довільну криву можна задати за допомогою двох векторів, що знаходяться на початку і кінці кривої. Це положення лягло в основу опису кривих Безьє в CorelDRAW. Крім положення початкової і кінцевої точки (тобто вузлів кривої), зовнішній вигляд кривої визначається кривизною, тобто її вигнутими між двома вузлами. Кривизна визначається двома параметрами кривої в кожному вузлі, які графічно представлені за допомогою відрізків, що виходять з вузлів. Ці відрізки називаються маніпуляторами кривизни (Рис. 1.14.).

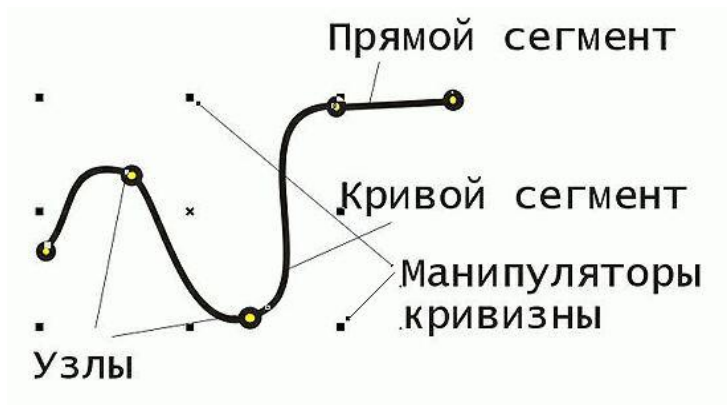


Рис.1.14. Кривая Безьє

Першим параметром, що визначає кривизну, є нахил кривої при її вході в вузол. Нахил маніпулятора кривизни і показує нахил кривої. Крива як магнітом притягується до маніпуляторам кривизни. Другим параметром є ступінь кривизни, тобто, те, як швидко при видаленні від вузла крива розходиться з прямою, проведеної через вузол з тим же нахилом. Ступінь кривизни визначається довжиною маніпулятора кривизни. Таким чином, координати вузлів, нахил і довжина маніпуляторів кривизни визначають зовнішній вигляд кривої Безьє. Якщо маніпулятори кривизни з обох сторін сегмента мають нульову довжину, то сегмент буде прямим. Збільшення довжини маніпулятора кривизни перетворить сегмент в криву. З безлічі кривих Безьє можна скласти будь-яку криву.

#### Математична точність в Corel DRAW

Використовуючи найпростіші формули і звичайні математичні дії в Corel DRAW, можна уникнути тривалої настройки позицій об'єктів, їх розмірів і співвідношень відносно один одного. Переміщати, обертати і масштабувати об'єкти можна просто мишкою. Також можна використовувати клавіші, наприклад клавіша зі стрілкою «вгору» відповідно перемістить виділений об'єкт на деяке значення вгору. Якщо при цьому тримати натиснутою Shift, то переміщення буде значно більше. Ну і якщо тримати Alt, то навпаки, переміщення стане зовсім маленьким.

Положення будь-яких об'єктів задається двома координатами - X, тобто позиція по горизонталі, і Y - позиція по вертикалі. Однак в Corel є одна особливість, що стосується положення по вертикалі. Якщо багато графічні і текстові редактори для зручності починають відлік зверху листа, то Corel починає відлік знизу, переслідуючи геометричну систему координат:

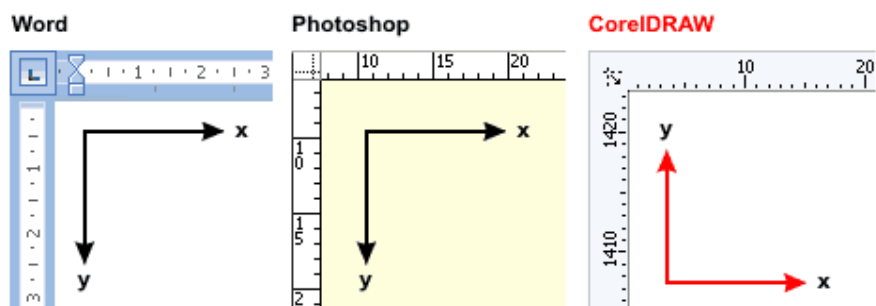


Рис. 1.15. Системи координат редакторів

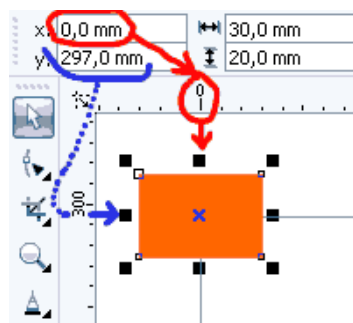
В Corel DRAW, на верхній панелі, є спеціальні поля, які відображають позицію і розмір виділеного об'єкта:

x: 947 px	359 px	100,0 %
y: 3 035 px	238 px	100,0 %

У ці ж поля можна написати свої значення. За замовчуванням Corel DRAW використовує формат аркуша A4, і якщо не виділено ніяких об'єктів, то на верхній панелі можна побачити висоту цього формату - 297 міліметрів (3508 пікселів):

A4	210,0 mm
	297,0 mm

Знаючи висоту формату A4, можна розташувати об'єкт вгорі, виділивши об'єкт і вписавши в поле Y значення 297 .. Ось скріншот позиції об'єкта:



Зазвичай головною точкою об'єкта вважається його середина, а не лівий верхній кут. Тобто, та точка об'єкта, координати якої ми маємо на увазі і задаємо, вводячи значення в поля X і Y, знаходиться в середині об'єкта.

Вводячи значення в поля X і Y, ви помітили ще два поля правіше - це ширина і висота об'єкта:

x: 0,0 mm	30,0 mm	98,6 %
y: 297,0 mm	20,0 mm	99,3 %

Знаючи ширину і висоту, можна поставити об'єкт в початок, а саме - додати до поточної позиції значення полшірини і полвисоти.

Не всі, хто працює в Corel DRAW, і навіть користується полями введення координат, знає що в ці поля можна писати дії. Corel сам може порахувати результат і застосувати його до об'єкту, позбавляючи нас від рахунку в розумі.

Вирішити поставлене завдання з математичною точністю простіше простого - прямо в поле ширини об'єкта дописати «\* 2», що означає «помножити на два». Те ж саме можна робити з висотою, позицією по горизонталі і вертикалі.

Підсумовуючи можливості CorelDRAW. В поля координат можна писати:

1. Числа - цілі і дробові
  2. Відсотки, які задаються як десяткова дріб,  $1\% = 0,01$
  3. Значення в різних одиницях виміру - міліметри (mm), сантиметри (cm), метри (m), кілометри (km), дюйми ("), пікселі (px), поінти (pt), фути ('), милі (mi) і т.д., дописуючи їх після числа: 10 mm, 15 px ...
  4. Дії - додавати, віднімати, множити, ділити ...
  5. Вирази в дужках:  $10\text{ mm} + (30\text{ px} / 3) - (40\text{ mm} * 0,1)$
  6. Тригонометричні вирази:  $\sin(30)$ ,  $\cos(60)$  і т.д.
  7. Зводити в ступінь:  $10^2$  (десять в квадраті)
  8. Витягувати корінь:  $\sqrt{25}$
- Створення об'єктів.

Таблиця 1.8

### Малювання прямокутників та еліпсів

Спосіб малювання	Прямокутник	Еліпс
Звичайний	Вибрати інструмент Прямокутник на панелі інструментів і помістити курсор в область робочого простору. Натиснути кнопку миші і переміщати	Активізувати інструмент Еліпс. Вибрати один з варіантів (еліпс, сектор або дуга) на панелі властивостей. При малюванні сектора або дуги вибрати варіант За

	мишу до тих пір, поки прямокутник не досягне потрібних розмірів.	годинниковою стрілкою / Проти годинникової стрілки на панелі властивостей.
По трьом точкам	Вибрати інструмент Прямокутник по трьох точках. Клацнути лівою кнопкою миші в будь-якій точці робочого простору і з натиснутою кнопкою перетягнути покажчик в будь-якому напрямку для створення сторони прямокутника. Відпустити кнопку миші і розтягнути покажчик доки не з'явиться потрібний прямокутника. Щоб завершити малювання і закріпити розміри прямокутника потрібно клацнути лівою кнопкою миші.	Вибрати інструмент Еліпс по трьох точках. Подальше малювання відбувається аналогічним чином. Тільки на першому етапі малюється діагональ (центральна лінія) еліпса.
Перетворення	Обрізка кутів. Вибрати інструмент Форма, клацанням миші виділити прямокутник і потягнути за один з що з'явилися маркерів уздовж сторони.	Створення дуги або сегмента. інструментом Форма виділити еліпс. У верхній частині еліпса буде знаходиться вузол. Для створення дуги перемістіть вузол при натиснутій лівій кнопці миші з еліпса назовні, а для перетворення в сегмент - всередину.

Точно так же, як прямокутники і еліпси, створюються і інші прості фігури (кнопки Від руки, Багатокутник і Автофігури на панелі інструментів). Оскільки фігури можуть бути різними, слід перед малюванням їх налаштувати (у вікні Options, викликаному подвійним клацанням миші по відповідному значку). За допомогою даних інструментів ми можемо побудувати різного виду спіралі, багатокутники, зірки, блок-схеми, виноска, стрілки, прямі, криві, розмірні лінії, криві Безьє і ін.

### **Створення складних форм в Corel DRAW**

## Об'єднання (Combine, Ctrl + L)



Кнопка об'єднує виділені векторні об'єкти в один новий, одночасно переводячи його в криві (лінії, контури, шляхи). Об'єднані об'єкти мають загальні однакові настройки контуру і заливки. Об'єднання дозволяє маніпулювати об'єднаними об'єктами як єдиним новим векторним об'єктом: градієнти, тіні, прозорість та інше застосовуються як до загального об'єкту. При накладенні об'єктів один на одного або їх країв, відбувається виключення заливки - в місці накладення її немає:

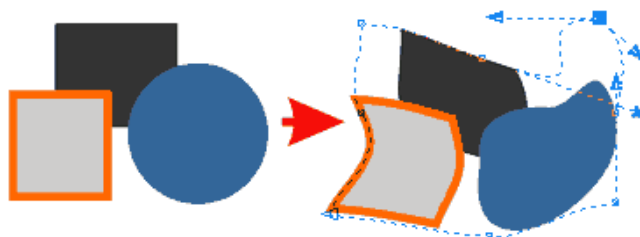


Роз'єднати об'єкти можна кнопкою Break Apart (Ctrl + K), але роз'єднані об'єкти залишаться переведеними в криві.

## Групування (Group, Ctrl + G)



Інструмент призначений для групування виділених об'єктів. Згруповані об'єкти поведуться як один об'єкт, до якого можна застосувати багато інструментів і трансформації як для окремого об'єкта:



Однак, групування не зливає виділені об'єкти повністю в один новий, а лише допомагає маніпулювати згрупованими об'єктами в цілому. В цьому і полягає її відмінність від об'єднання: об'єкти теж можна розгрупувати, але при цьому вони залишаться окремими за всіма параметрами - кольору заливки, контуру і застосуванням ефектів. При застосуванні інструментів і модифікаторів до групи об'єктів, по суті дії застосовуються до кожного об'єкту

окремо, незважаючи на гадану спільність. Існують інструменти, які блокують можливість розгрупировки. Наприклад, застосована до групи об'єктів тінь заблокує розгрупировки, і тільки після видалення тіні можна знову розгрупувати. Виділити і працювати з окремим об'єктом групи, які не розгрупировивая, можна так: зніміть виділення з групи, тримайте Ctrl + Shift і клацніть на об'єкт - навколо нього повинні з'явитися маленькі гуртки.

### **Розгруповування (Ungroup, Ctrl + U)**



Дія інструменту вже зрозуміло з опису групування - він роз'єднує групу об'єктів на окремі об'єкти.

### **Повне розгруповування (Ungroup All)**

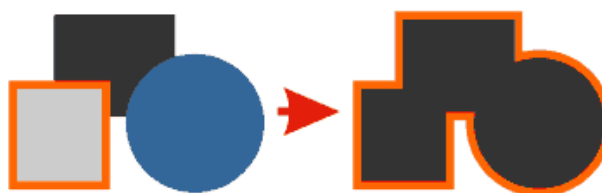


Інструмент схожий з розгруповуванням, але має одну особливість. Група об'єктів може містити в собі інші малі групи. При звичайному розгруповуванні звільняється тільки загальна група, а що входять до неї групи стають окремими малими групами, що містять об'єкти. Застосувавши цей інструмент, ви розгрупуєте повністю весь вміст великої групи і всіх малих груп на окремі об'єкти.

### **Злиття (Weld)**



Теж об'єднує об'єкти. Але вже без права роз'єднати - створений новий об'єкт стає повністю самостійною, його контур створюється із загального контуру злитих об'єктів. Саме цей інструмент необхідний для створення нового однорідного об'єкта з частин:



### **Обрізка (Trim)**



Вирізає з об'єкта накладену частину другого об'єкта. Іншими словами, якщо другий об'єкт перекриває зверху перший, то з першого (нижнього) виріже шматок, за формою відповідний перекритою області:



### Перетин (Intersect)



Створює новий об'єкт, за формою відповідний накладається вихідних об'єктів:

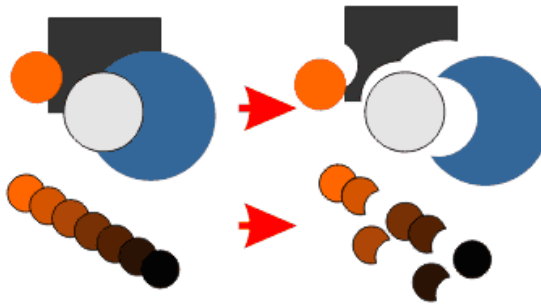


Вихідні об'єкти залишаються, і часто вийшов новий об'єкт знаходиться між вихідними (під верхнім об'єктом), і можна його не побачити. Для вирішення ситуації, відразу після застосування інструменту натисніть Ctrl + Home - новий об'єкт вийде на передній план.

### Спрощення (Simplify)



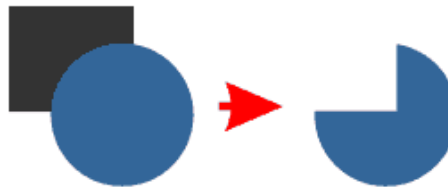
Видаляє перекриті невидимі області об'єктів. Завдяки цьому часто спрощується загальна конструкція з безлічі об'єктів, у яких перекриті складні області не мають значення. Інструмент також дуже корисний для отримання окремих об'єктів з ефектів інтерактивного перетікання об'єктів та інших модифікаторів:



### Передній мінус задній (Front Minus Back)



Видаляє частина переднього об'єкта (який на передньому плані), яка перекриває задній об'єкт:



### Задній мінус передній (Back Minus Front)



Інструмент схожий з інструментом обрізки, але при його застосуванні, передній об'єкт зникає:



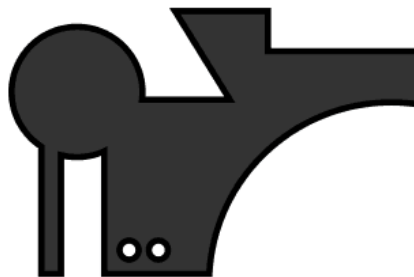
### Створення навколишнього об'єкта (Creates a new ...)



Інструмент створює новий об'єкт, контур якого розраховується із загального контуру виділених об'єктів:



Знаючи тільки ці інструменти, можна малювати досить складні деталі, які складаються з одного елемента:



#### **1.3.4. Робота з текстом в CorelDRAW**

Хоча CorelDRAW є програмою, призначеної головним чином для створення графічних об'єктів, вона цілком може впоратися із завданнями, які зазвичай вирішуються за допомогою текстових редакторів. Існує можливість роботи з двома різновидами текстових об'єктів: з фігурним і простим текстом.

Фігурний текст являє собою графічний об'єкт, з яким можна працювати кЯ з будь-яким іншим об'єктом, створеним з CorelDRAW. Фігурний текст, як правило, використовується для введення невеликої кількості символів.

Простий текст являє собою масив тексту в рамці, з яким можна працювати, як в будь-якому текстовому редакторі. Можна змінювати кордони рамки простого тексту або надавати їй хитромудру форму, але всередині рамки текст буде розташовуватися точно так же, як і раніше. Призначений для введення великих обсягів текстової інформації і часто застосовується при створенні рекламних листівок. Редактор в режимі простого тексту надає можливість здійснювати пошук і заміну будь-яких символів або перевіряти правопис. При пошуку відповідних синонімів можна звертатися до словника синонімів CorelDRAW.

#### **Створення фігурного тексту**

Для введення і фігурного і простого тексту використовується один і той же інструмент - Текст, який знаходиться в середній частині палітри інструментів. Перехід до цього інструменту може бути проведений після натискання клавіші F8. Яким буде текст - фігурним або блоковим, - залежить від того, які початкові дії виконуються перед введенням.

Для введення фігурного тексту необхідно активізувати інструмент Текст. Курсор буде мати вигляд перехрестя з літерою «А». Його потрібно закріпити (клацнути їм) в будь-якому місці простору. Після того як в місці закріплення з'явиться миготлива вертикальна лінія, можна вводити текст. Для введення наступного масиву тексту потрібно закріпити курсор в іншому місці і ввести наступний текстовий фрагмент. Довжина рядка в фігурному тексті може бути практично нескінченною, тому для переходу до наступного рядка необхідно натиснути клавішу Enter.

Як тільки текст введений навколо нього з'являться маркери виділення, щоб стало можливим працювати з текстом, як з будь-яким іншим графічним об'єктом.

### **Створення простого тексту**

Введення простого тексту має ряд особливостей. Для його введення необхідно активізувати інструмент Текст і курсором намалювати рамку в будь-якому місці робочого простору. після малювання рамки текстовий курсор буде знаходитися в її верхньому лівому кутку, і можна буде вводити текст. По досягненню правого краю рамки курсор автоматично переходить на наступний рядок.

При введенні простого тексту він буде розподілятися в межах рамки і автоматично переходити з рядка на рядок. Весь цей час відбуватиметься введення одного абзацу. натисканням клавіші Enter здійснюється перехід до введення наступного абзацу. При натисканні комбінації клавіш Shift + Enter можна перейти до наступного рядка в межах того ж абзацу (примусовий перенесення рядки). Якщо вводиться текст не поміщається в розміри рамки, необхідно клацнути на розмірному маніпуляторі, розташованому під рамкою простого тексту. Можна створити додаткові рамки простого тексту, пов'язані з першою рамкою. В цьому випадку текст, який не помістився в першій рамці, автоматично буде вставлений в другу рамку.

І під час введення простого тексту, і після введення пунктирна рамка навколо фрагмента не зникає. Це є однією з характерних ознак простого тексту. Фрагмент простого тексту називають блоком тексту.

### **Форматування і редагування тексту**

Якщо до тексту були застосовані ефекти, відредагувати його можна в вікні Редагування Тексту на панелі властивостей. В результаті відкриється вікно. Робота в цьому вікні не відрізняється від роботи з простим текстовим редактором.

CorelDRAW надає можливість вводити і редагувати текст, виділяти фрагменти і міняти їх форматування за допомогою кнопок, розташованих у верхній частині вікна. Можна імпортувати і експортувати текст за допомогою команд Імпорт та Експорт.

Додаткові можливості щодо форматування простого тексту можна отримати у вікні Текст - Форматування Тексту. Можливості по редагуванню тексту не відрізняються від можливостей форматування в текстовому редакторі Word. Вікно Форматування Тексту містить кілька перемикаються вкладок, що дозволяють налаштувати форматування символів і абзаців, встановити табуляцію і розміри колонок тексту, а також застосувати деякі текстові ефекти.

### **Перетворення тексту в інший вид**

Під час роботи може виникнути необхідність змінити вид тексту з фігурного на простий або навпаки. Для перетворення фігурного тексту в простий необхідно виділити фрагмент фігурного тексту інструментом Показчик або одним з інструментів малювання фігур і виконати команду Перетворити в Простий Текст з меню Текст. Для перетворення простого тексту в фігурний необхідно виділити фрагмент простого тексту і виконати команду Перетворити в Фігурний Текст.

### **Розміщення тексту вздовж кривих**

Розміщення тексту по шляху, або уздовж контуру, - ефект, характерний для всіх програм векторної графіки. Графічний редактор CorelDRAW дозволяє

відразу ввести текст або розмістити вже введений фігурний текст з будь-якої заданої замкнутої або незамкненою кривою лінії або фігури. Розмістити уздовж кривої можна тільки текст, що складається з одного рядка.

Якщо тексту ще немає, але необхідно відразу ввести його уздовж будь-якого контуру, можна піти двома шляхами. Перший шлях полягає в тому, що потрібно активувати інструмент Текст і підвести курсор до контуру. Клацнути на контурі в тому місці, де має бути початок тексту і вводити текст

Другий спосіб полягає в тому, що потрібно виділити той контур, який необхідно використовувати в якості шляху, і виконати команду Розташувати Текст Уздовж Шляхи з меню Текст. Після виконання команди на початку контуру з'явиться текстовий курсор і можна буде вводити текст.

Для розміщення вже створеного тексту вздовж шляху також можна застосувати два способи. Перший спосіб полягає в тому, що потрібно виділити і текст, і контур, уздовж якого необхідно його розмістити, а потім виконати команду Розташувати Текст Уздовж Шляхи). Текст автоматично розташується уздовж контуру. Тепер текст і контур становитимуть єдиний об'єкт, званий Текст Уздовж Контура.

Маючи в своєму розпорядженні текст уздовж контуру другим способом, необхідно виділити тільки текст, а потім зайти в меню Текст і виконати команду Розташувати Текст Уздовж Шляху. Потім вказати той контур, уздовж якого потрібно розмістити текст.

### **1.3.5. VBA і його можливості**

Visual Basic для додатків (Visual Basic for Application, VBA) - це інструмент розробки додатків.

Подібно іншим засобам, наприклад, Borland Delphi, Microsoft Visual C ++, VBA дозволяє створити повністю автоматичні програмні продукти, які вирішують практично всі завдання, що зустрічаються в середовищі Windows. Ці продукти можна використовувати, наприклад, для оформлення документів (підготовки текстів) або аналізу даних таблиць (електронних таблиць). VBA -

унікальне додаток, оскільки воно вбудовується в інший додаток і розширює його функціональні можливості.

VBA - не просто стандартний макромова додатків Microsoft Office: він застосовується для розширення функціональних можливостей програми, в якому використовується. Наприклад, можна додати власне меню або функцію до вбудованих засобів Excel, або створити свого майстра, щоб спростити створення презентацій PowerPoint.

Крім розширення можливостей додатків, VBA дозволяє працювати з даними, вивести або змінити їх з інших використовують VBA прикладних програм, наприклад, Visio AutoCad або CorelDRAW: можна відкрити базу даних Access, прочитати інформацію з таблиці і зв'язати її з робочим листом Excel, є можливість змінити зовнішній вигляд малюнка Visio, який створений на основі інформації з документа Word. Спільно використовуючи VBA з іншими додатками, наприклад, програмами Microsoft Office, можна вирішувати дуже складні завдання.

Повний набір засобів VBA відкривається користувачеві тільки тоді, коли він починає вивчати ієрархію об'єктів додатків, в яких розробляється програма: при використанні VBA і моделі об'єктів є можливість управляти цими додатками.

За допомогою VBA можна:

- створити власне діалогове вікно і надати йому необхідний зовнішній вигляд;
- створити макроси, що розширюють функціональні можливості програми, в який вбудований VBA;
- управляти іншим додатком Microsoft Office або належать йому даними;
- об'єднати дані з декількох додатків Microsoft Office в одному документі;
- автоматично створювати або змінювати сторінки Web, спільно використовуючи додатки Microsoft Office і VBA.

Розробники додатків можуть зацікавити наступні інструменти і засоби, які використовуються при створенні проекту VBA:

- налагодження додатків без попередньої компіляції;
- кошти Win32 API;
- SQL і об'єкти доступу до даних для управління даними і вилучення їх із зовнішніх джерел даних, таких як Microsoft SQL Server 6.5;
- побудова і перевірка елементів інтерфейсу безпосередньо в середовищі розробки VBA (Integrated Development Environment, IDE);
- зв'язування програм і процедур з подіями, які виникають в додатках VBA.

Незалежно від використовуваних операційної системи і програмного додатка CorelDRAW користувач часто виконує одні й ті ж послідовності команд для багатьох рутинних завдань. Замість повторення послідовності команд кожен раз, коли необхідно виконати будь-яку задачу, можна створити макрос (macro), який замість користувача буде виконувати цю послідовність. Термін macro походить від грецького слова, що означає розширений або розтягнутий.

Макрос - це програма, що складається зі списку команд, які повинні бути виконані додатком.

Основними перевагами використання макросів є:

- підвищення точності і швидкості роботи, оскільки комп'ютери більше пристосовані для виконання завдань, що повторюються, ніж людина;
- при виконанні макросів зазвичай немає необхідності в присутності людини-оператора; в разі, якщо макрос дуже довгий і виконує операції, що вимагають значного часу, користувач може переключитися на інший додаток.

Як і командні файли MS DOS і Windows, макрос служить для об'єднання декількох різних дій в одну процедуру, яку можна легко викликати. Цей список команд складається в основному з макрокоманд, які тісно пов'язані з додатком, в якому створюється макрос.

Таким чином, розрізняють 2 способи розробки макросу:

- використання макрорекордер (MacroRecorder);
- написання макросу "з нуля", використовуючи мову програмування VBA.

Складових інтегрованого середовища розробки VBA досить багато, то на екрані зазвичай присутній тільки частина з них. Викликати на екран той чи інший компонент середовища розробки можна за допомогою меню View (Вид). Для виклику основних компонентів середовища на панелі інструментів Standard (Стандарт) є спеціальні кнопки.

Таблиця 1.9

**Основні складові інтегрованого середовища розробки Visual Basic  
for Applications**

<b>Найменування</b>	<b>Команда View (Вид)</b>	<b>Опис вікна</b>
Project Explorer (Проект)	Project Explorer (Вікно проекту)	Призначено для відображення всіх відкритих проектів, а також їх складових: модулів, форм і посилань на інші проекти
Toolbox	Toolbox	Містить елементи керування
UserForm	Object (Об'єкт)	Використовується для створення форм шляхом розміщення на них елементів управління
Code (Програма)	Code (Програма)	Призначено для перегляду, написання і редагування програми на мові VBA.
Properties (Властивості)	Properties (Вікно властивостей)	Відображає властивості виділених об'єктів. В цьому вікні можна задавати нові значення властивостей форми і елементів управління

Object Browser (Перегляд об'єктів)	Object Browser (Перегляд об'єктів)	Відображає класи, властивості, методи, події і константи різних бібліотек об'єктів. Використовується для швидкого отримання інформації про об'єкти
Immediate (Перевірка)	Immediate (Вікно налагодження)	Призначено для швидкого виконання вводяться в нього інструкцій. В даному вікні також виводяться і результати виконання вводяться інструкцій
Locals (Локальні змінні)	Locals (Вікно локальних змінних)	Автоматично показує всі змінні даної процедури
Watches (Контрольні значення)	Watches (Вікно контрольних значень)	Застосовується при налагодженні програм для перегляду значень виразів

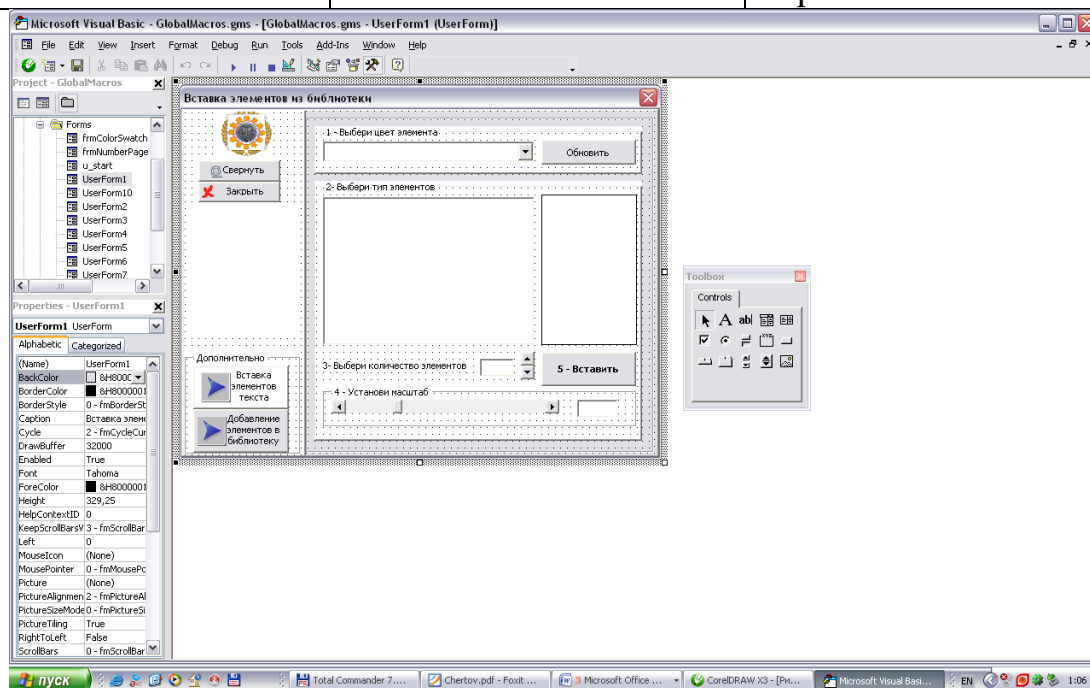


Рис.1.15. Інтегроване середовище розробки Visual Basic for Applications

#### 1.4. Висновки до розділу

В цьому розділі проводиться огляд дорожніх знаків, порівняльний аналіз систем автоматизованого проектування дорожніх знаків, аргументується вибір

середовища розробки програмного додатка і мови програмування, розглядаються функціональні можливості CorelDraw.

## **РОЗДІЛ II. РАСКРОЙ ЛИСТОВОГО ПРОКАТА НА РІЗНІ ЗАГОТІВЛІ СКЛАДНОЇ ФОРМИ**

Завдання автоматичного побудови оптимальних карт розкрою має велике прикладне значення, а також представляє значний інтерес з наукової точки зору. Практична цінність вирішення цієї проблеми обумовлена постійною потребою скоротити часові витрати і кількість відходів при розкрою листового матеріалу на заготовки, що важливо для зниження витрат у виробництві дорожніх знаків. У вивченні завдання оптимального розміщення геометричних об'єктів можна виділити два тісно пов'язаних один з одним напрямку. Перше можна визначити як створення і розвиток формального математичного апарату і побудова єдиних підходів до вирішення даного класу задач [32, 33]. Другий напрямок полягає в розробці практичних моделей та оптимізаційних методів для побудови оптимальних розміщень в конкретних випадках. Добре пропрацював з математичної точки зору і широко застосовуваним на практиці можна вважати окремим випадком розміщення деталей прямокутної форми на прямокутних заготовках. Можна згадати ряд фундаментальних робіт вітчизняної школи розкрою-упаковки, в яких для вирішення цього завдання використовуються методи лінійного програмування [34, 28], розроблені детерміновані алгоритми «перебудови» упаковки [28, 17], методи динамічного перебору [27]. Дані методи мають різну трудомісткість, яка може швидко рости зі збільшенням розмірності задачі, і тим не менш не гарантують знаходження глобального оптимуму. Незважаючи на те, що апроксимація деталей складної форми прямокутними об'єктами є дуже грубим наближенням, програми автоматичного розкрою прямокутників широко застосовуються на практиці для розміщення як прямокутників, так і апроксимованих деталей.

Оптимальне розміщення об'єктів довільної форми є значно складнішою і затребуваною завданням. Дуже часто її рішення розбивають на дві складові. Перша з них це побудова карт розкрою з використанням певних евристичних моделей, наприклад відповідно до "жадібної" стратегії розкрою. При цьому

одним з основних орієнтирів при формулюванні правил розміщення служить прагнення імітувати "ручний розкрій". Вхідними параметрами такого завдання служать задана послідовність розміщення деталей і їх орієнтації. Друга складова оптимізація, вона полягає в пошуку послідовності розміщення, що забезпечує мінімальний відхід. З математичної точки зору це еквівалентно побудові локального мінімуму і пошуку глобального екстремуму функції багатьох змінних в дискретному просторі, де змінними є послідовність розміщення і орієнтації деталей, а цільовою функцією площа відходів. Для глобальної оптимізації використовуються стохастичні методи, такі як генетичні алгоритми [45] і метод звужуються околиць [33]. Також існують підходи, де оптимізаційна частина і розміщення деталей суміщені, найбільш характерним прикладом є імітація відпалу [42].

Наявність ефективного алгоритму детермінованого послідовного розміщення є ключовим моментом при автоматичному побудові карт розкрою. Цей алгоритм повинен одночасно задовольняти ряду вимог. Необхідна висока швидкість розрахунку однієї карти розкрою, щоб мати можливість детально дослідити простір цільової функції в ході глобальної оптимізації. У той же час необхідно досягнення високої щільності розміщення, тому треба з обережністю ставитися до точності апроксимації розміщуваних об'єктів, щоб не виключити можливість досягнення мінімуму цільової функції, близького до глобального.

Одна з найскладніших при автоматичному розміщенні деталей це проблема вибору орієнтацій. Найчастіше використовується підхід, при якому кожній деталі призначається заздалегідь заданий набір фіксованих орієнтацій. Як правило, це призводить до критичної залежності якості розкрою від обраного набору орієнтацій, при цьому багато що залежить від мистецтва оператора. Невиправдане розширення набору орієнтацій призводить до неприпустимого уповільнення розрахунку. У магістерській роботі пропонується здійснювати вибір орієнтації в ході розкрою на основі локального аналізу геометрії розміщується деталі і межі незайнятого простору

на заготівлі. Вибір орієнтації здійснюється виходячи з найкращого поєднання опуклих і увігнутих послідовностей ребер.

## 2.1. Постановка задачі

Завдання розкрою листового прокату на заготовки різних складних геометричних конфігурацій полягає в наступному. Необхідно з прямокутних  $m$  листів стандартної ширини  $H_1, H_2, \dots, H_j, \dots, H_m$ , і певної довжини  $L_1, L_2, \dots, L_j, \dots, L_m$  викроїти  $n$  заготовок площею  $S_i$  ( $i = 1, \dots, n$ ) різних розмірів і конфігурації в певних кількостях. Потрібно визначити раціональний план розкрою листового прокату, вибираючи з безлічі заданих заготовок заготовки з площею  $S_i$ . Решта підмножини заготовок розглядаються в якості вихідних для заповнення наступного листа. Приклади плану розкрою листового прокату на заготовки складних геометричних конфігурацій (1-6) наведені на рис. 2.1.

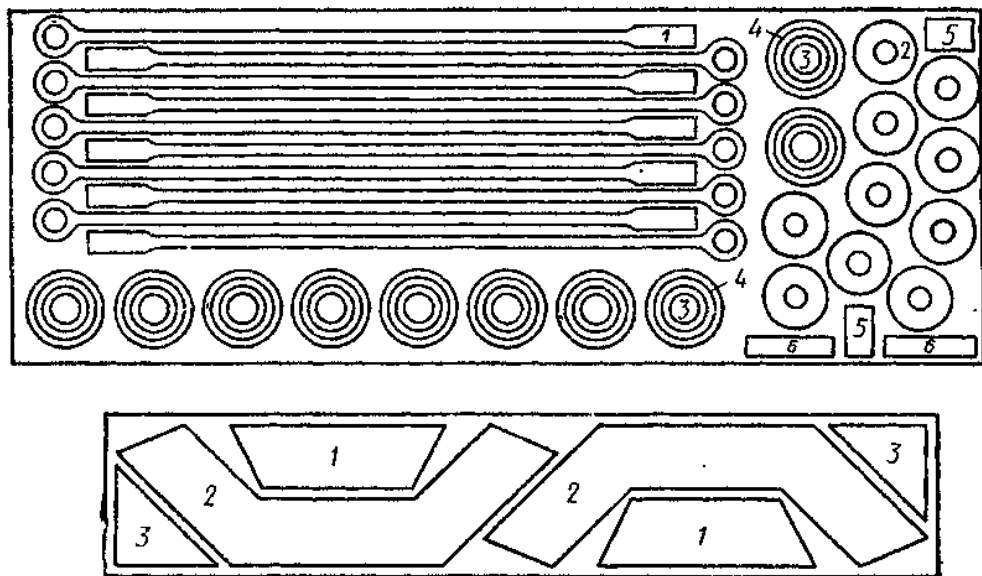


Рис. 2.1. Приклади планів розкрою листового прокату

При складанні плану розкрою необхідно дотримуватися таких умов: деталі з відношенням довжини  $l$  до ширини  $h$  більше 5 і товщиною  $\delta$  менше 30 мм слід укладати ближче до поздовжньої кромці листа, причому чим ближче до неї, тим більше відношення  $l / h$  деталі, які піддаються динамічній навантаженні, слід розташовувати на аркуші так, щоб діючі сили були спрямовані уздовж розташування волокон матеріалу (рис. 2.2.); слід передбачати припуски між деталями і між деталлю і краєм листа.

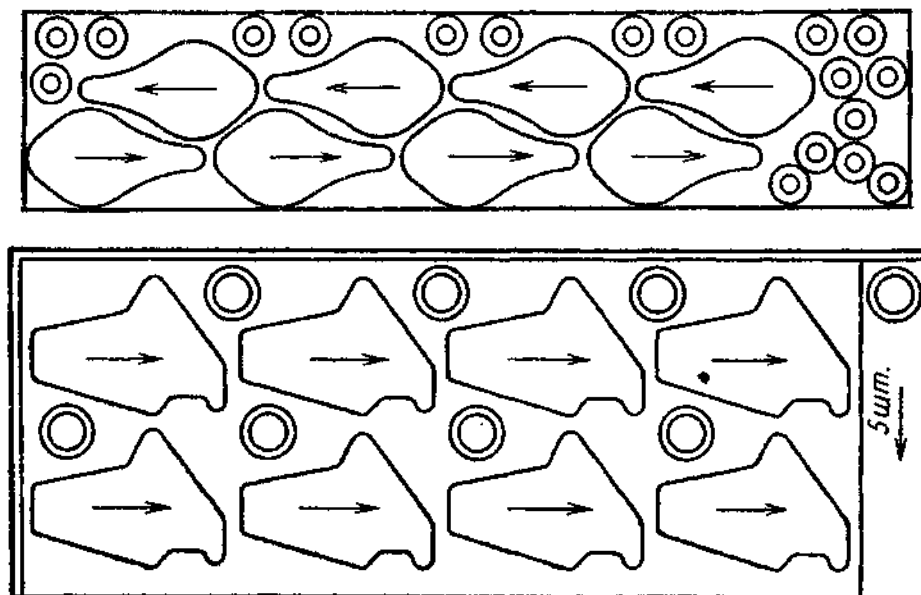


Рис. 2.2. Приклади розташування заготовок вздовж напрямку прокату

При вирішенні задачі на ЕОМ рекомендується ряд припущень, кілька спрощують умови задачі: при складанні карт розкрою на ЕОМ досить отримати коефіцієнт корисного використання матеріалу, більш високий, ніж при ручному розкладці, т. Е. Допускається квазіоптимальна розкладка; вирізи по контуру заготовки і внутрішні вирізи малих розмірів допускається виключити з розгляду; критерієм виключення внутрішніх вирізів є їх площа, значення якої порівнюється з площею меншою заготовки в групі спільного розкрою; допускається заміна криволінійних контурів заготовок ламаною лінією з заздалегідь заданою точністю  $\varepsilon$ .

Економічність розкрою металу характеризується коефіцієнтом розкрою  $K_p$ , який для двох або декількох різних заготовок визначається відношенням суми площ всіх заготовок з листа до площі листа:

$$K_p = \frac{s_1 n_1 + s_2 n_2 + \dots + s_m n_m}{S} 100$$

де  $S_i$  - площа  $i$ -й заготовки,  $\text{мм}^2$ ;  $n_i$  - число  $i$ -х заготовок, що вирізаються з одного аркуша, шт. ;  $S$  - загальна площа листа,  $\text{м}^2$ .

Рекомендуються наступні алгоритми вирішення задачі розкрою листа на заготовки різних складних геометричних конфігурацій, система кодування деталей і алгоритм координатного розрахунку [5-11].

У загальному вигляді задача розкрою формується в такий спосіб. Якщо задана довільна розкладка  $n$  заготовок на прямокутному аркуші, то для кожної заготовки  $S_i$  можна зафіксувати довільну точку  $M_i$ , а положення заготовки в прямокутнику можна визначити трьома параметрами:  $\psi_i$  - кутом повороту заготовки  $S_i$  навколо точки  $M_i$  щодо її початкового положення;  $x_i$  та  $y_i$  - координатами точки  $M_i$  в декартовій системі координат. Тоді коефіцієнт використання такої розкладки буде функцією  $3n$  змінних, т. б.

$$K_p = K_p(\psi_1, x_1, y_1; \dots, \psi_i, x_i, y_i; \dots, \psi_n, x_n, y_n).$$

Таким чином, пошук найоптимальніших щільного розташування заготовок зводиться до пошуку оптимальних параметрів в просторі  $3n$  вимірювань.

Питання дискретної геометрії, які враховують форму геометричних фігур, розглянуті в роботах В. Г. Болтянский і І. Ц. Гохберг [15, 16], Н. М. Яглом [40] та ін., А за кордоном - Л. Тота [36], К. Роджерса [30], Г. Хадвігера [38] та ін. Дослідження цих авторів пов'язані з новим країном, що розвиваються напрямком в математиці, яке носить назву дискретної або комбінаторної геометрії. Основною метою зазначених робіт є отримання різного роду оцінок для коефіцієнтів щільності заповнення або покриттів, але в них не розглядається розміщення фігур, відповідне цим оцінками. Деякі приватні питання завдання найплотнішого розташування в смузі фігур довільної конфігурації розглянуті В.А. Залгаллером. Їм встановлено необхідна ознака найплотнішого розташування однієї і двох фігурних заготовок в прямокутному аркуші і повторюваних заготовок довільної конфігурації в смузі. Виконання необхідну ознаку перевіряється графічним способом. Деяким математичним питань розкрою фігурних заготовок на матеріалі присвячені роботи [14, 21, 29].

Одним з підходів до вирішення проблеми розкрою листового матеріалу на заготовки складних геометричних конфігурацій є розробка таких методик, які змогли б відтворити або навіть бути краще, ніж методика, застосована кваліфікованими технологам. Зазначений підхід до вирішення завдань

розкрою відноситься до категорії евристичних задач [1, 5-12]. В результаті вивчення досвіду і навичок технологів при складанні вручну карт розкрою і аналізу декількох таких карт були виявлені деякі евристичні методи (евристики), що використовуються технологами при складанні вручну карт розкрою. На підставі цих евристик був розроблений алгоритм, який в деякій мірі моделює навички людини при складанні карт розкрою і приводиться в даній роботі. В алгоритмі виділяються три головні моменти: вибір черговості розкроюємо листів; вибір черговості заготовок для розкладки на листовому прокаті і вибір варіанту розкладки заготовки на аркуші.

Сутність алгоритму полягає в наступному: спочатку за певними правилами складаються окремі варіанти розкрою, потім вибирається найбільш раціональний варіант або заздалегідь задається коефіцієнт розкрою металу  $K_0$  (з урахуванням умов постановки задачі) і для варіанту з коефіцієнтом  $K_p$ , великим заданого ( $K_p > K_0$ ), завдання вважається вирішеною. В цьому випадку задається коефіцієнт розкрою матеріалу слід вибирати відповідно до практичних можливостями, так як в протилежному випадку може виявитися, що рішення немає. При складанні окремого випадку алгоритм моделює наступний процес: на листовому матеріалі спочатку укладають найбільші заготовки, а вільні простори між ними і внутрішні вирізи заповнюють дрібними заготовками, використовують метод розмірної послідовності. При укладанні заготовок на листовому прокаті розглядаються всілякі положення черговий обраної заготовки та наявного контуру. Можливе положення заготовки - це такий стан, при якому одне з ребер заготовки збігається з одним з ребер контуру, а одна з вершин заготовки збігається з точкою поділу, заздалегідь нанесеною на відповідному ребрі контуру (спосіб поєднання сторін). З усіх можливих положень розглядаються тільки допустимі положення заготовки і контуру, т. т. такі, при яких прикладається заготовка не перетинається з контуром, а з усіх можливих допустимих положень вибирається то, для якого площа описаного прямокутника найменша. Ця процедура дає можливість вписувати контури заготовок різної форми в мінімальний прямокутник, що

забезпечує компактність розташування заготовок. Це наочно показано на рис.2.3, а, б, на якому показані два прямокутника, що описують габаритні розміри однієї і тієї ж заготовки деталі Б-10-55. Площа цих двох прямокутників неоднакова. На рис. 2.3.б вона на 10% менше, ніж на рис. 2.3. а.

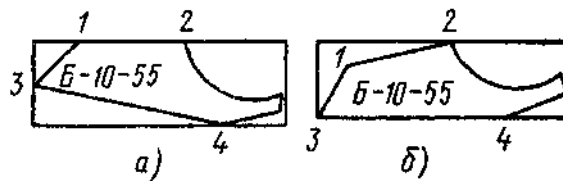


Рис. 2.3. Побудова описаного прямокутника однієї і тієї ж заготовки деталі Б-10-55

Таким чином, положення заготовки з площею  $S_i$  вважається раціональним, якщо в точці  $M_i$  площа описаного прямокутника менше, ніж в одному з попередніх положень. Визначивши для зазначеної точки  $M_i$  відповідні значення параметрів  $s_i(\psi_i, x_i, y_i)$  система автоматично переглядає положення в наступних точках і відбирає ті з них, де площа описаного прямокутника мінімальна. Початковою точкою пошуку служить та точка контуру в інформації, яка стоїть першою. Крім того, в режимі діалогу людини з ЕОМ рекомендується використовувати наступні критерії: мінімальність по ширині і мінімальність по довжині описаного прямокутника. Остаточний вибір того чи іншого варіанту розміщення може виконуватися за вказівкою користувача. При розкладці великих заготовок рекомендується використовувати спосіб крокових зрушень заготовки уздовж осей координат контуру. У цьому випадку попередньо орієнтована і встановлена в деякому початковому положенні заготівля зміщується на заданий вектор уздовж однієї з осей координат і приводиться в зіткнення з контуром вздовж іншої осі. При цьому розглядаються по два положення заготовки зіткнення уздовж даної осі: зліва - знизу і праворуч - зверху від контуру.

При укладанні першої заготовки розглядаються такі її положення, при яких одна зі сторін збігається з віссю  $Ox$ , а одна з вершин на цій стороні

збігається з початком координат. Очевидно, що таких положень заготовки на площині може бути стільки, скільки сторін у заготовки. З усіх можливих положень заготовки найбільш раціональним вважаємо те, при якому площа описуваного прямокутника буде найменшою.

Таким чином, рекомендована процедура являє собою ітераційний процес, в якому на  $k$ -му кроці укладається одна заготовка до контуру вже укладених заготовок. Після цього складається новий контур з  $(k + 1)$  заготовок, який є вихідним для наступного  $(k + 1)$  кроку складання плану. План розкрою листа вважається складеним, якщо розглянуті всі заготовки безлічі або жодну заготовку можна прикласти до останнього контуру так, щоб вона не перетиналася з контуром і кромкою листа.

З метою економії машинного часу рекомендується передбачити в алгоритмі укладання заготовок тільки в першій чверті площини ( $x \geq 0$ ;  $y \geq 0$ ), т. Е. Загальна довжина плану розкрою не перевищує  $L$ , а загальна ширина -  $H$ . Крім того, враховується ще й негативність координат.

В структуру алгоритму вводяться правила вибору тієї чи іншої заготовки, що дозволяють скоротити машинний час вирішення завдання і створити компактні розташування заготовок. Ці правила такі: листовий прокат вибирається з наявного на складі за принципом максимальності наявної кількості; заготовки поділені на дві групи - великі і дрібні; чергова велика заготівля для укладання вибирається довільно (для отримання задовільних результатів по карті розкрою може бути використаний метод Монте-Карло); дрібна заготівля вибирається за принципом максимальності площ, т. е. першими укладаються більші заготовки;

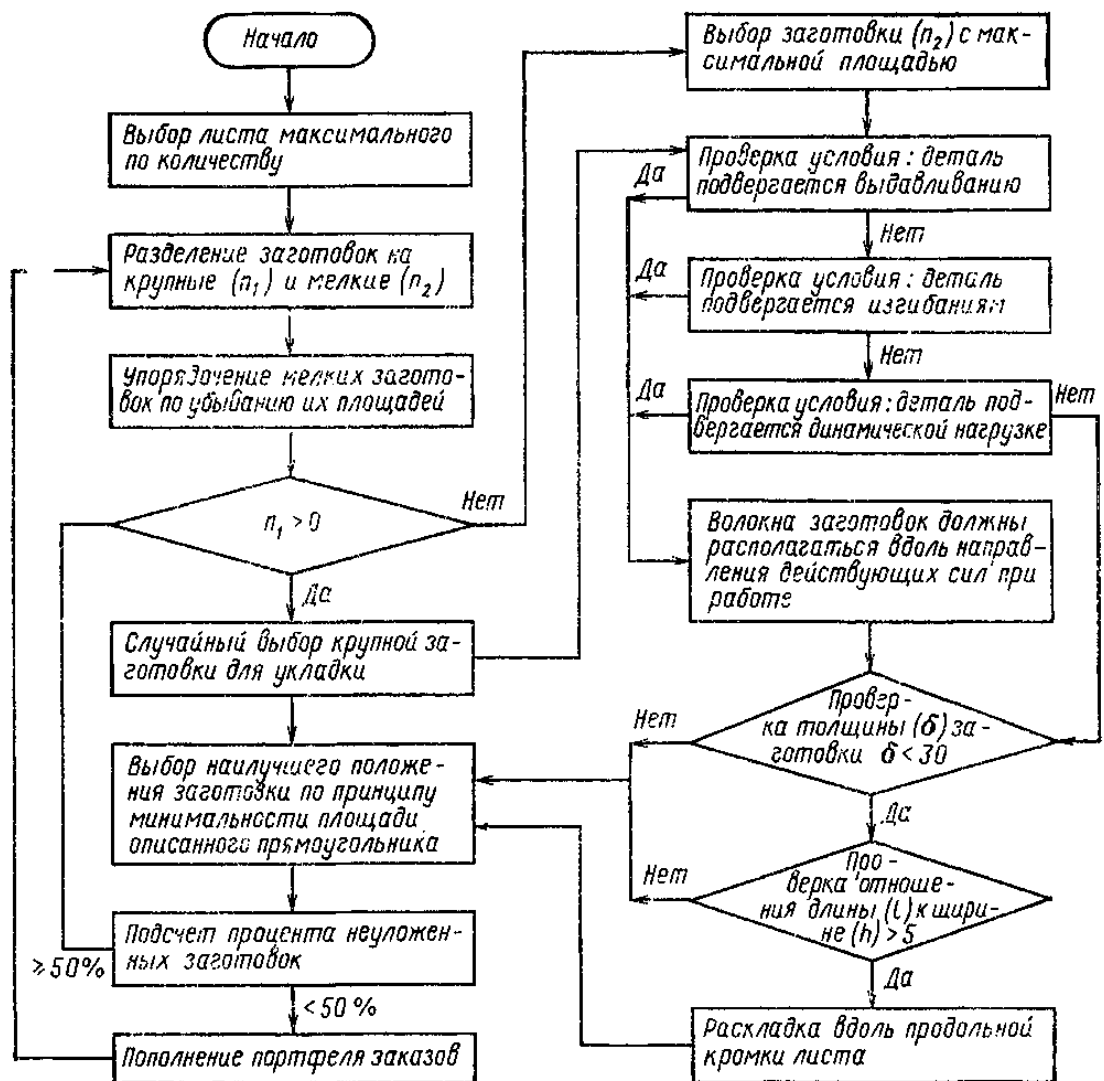


Рис.2.4. Блок-схема принципов выбора і розкладки заготовок

В якості критерію найкращого розташування заготовок на аркуші приймається мінімальна площа описаного близько сукупності розташованих заготовок прямокутника; вся інформація про заготовках, яка передбачена у виробничій програмі, зберігається в зовнішній пам'яті машини.

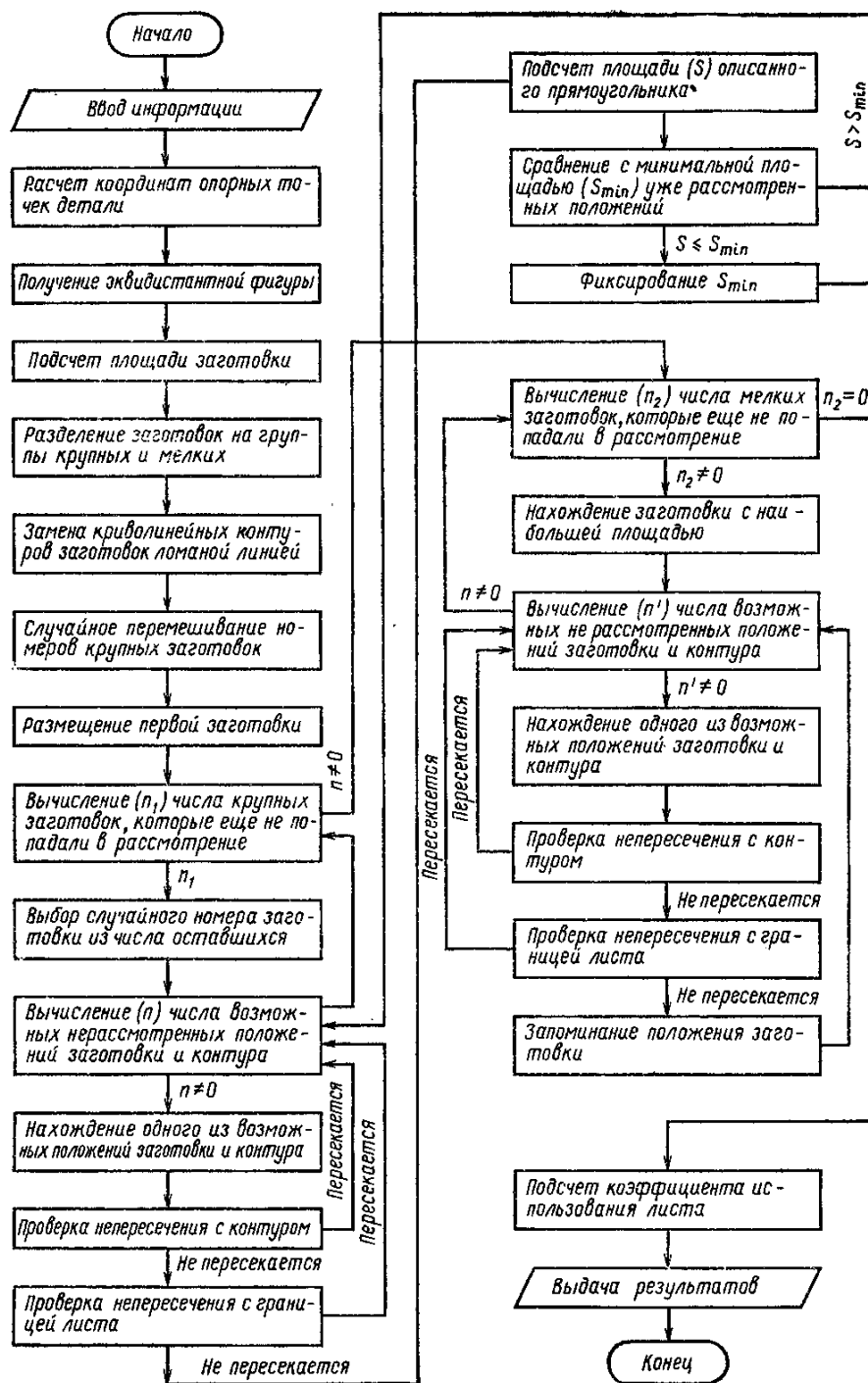


Рис. 2.5. Блок-схема алгоритму раціональної розкладки заготовок складних геометричних конфігурацій на листовому прокаті

Якщо з розрахункового масиву неуложенные заготовки залишаться менше критичної кількості (50%), то з зовнішньої пам'яті ЕОМ додається до розрахункового масиву інформація про нові деталі.

Блок-схеми алгоритмів вибору заготовки і раціонального розкрою листа на заготовки складних геометричних конфігурацій приведені на рис. 2.4. і 2.5.

При різанні металопрокату, здійснюваної на відповідному обладнанні, необхідно передбачати припуски на розрезку заготовок (ширину різу) і припуски на подальшу механічну обробку. З огляду на це, в листі вкладають лише вихідну постать, а еквідистантним їй, т. Е. Розширену на розмір, дорівнює половині припуску ( $\Delta 0 / 2$ ) (рис. 2.6.). Фігури, еквідистантно даними, укладають в аркуші так, щоб вони взаємно стикалися. Отже, відстань між заготовками зберігається згідно з технологією термічного різання. Такі ж припуски передбачаються між заготівлею і краєм листа ( $\Delta$ ).

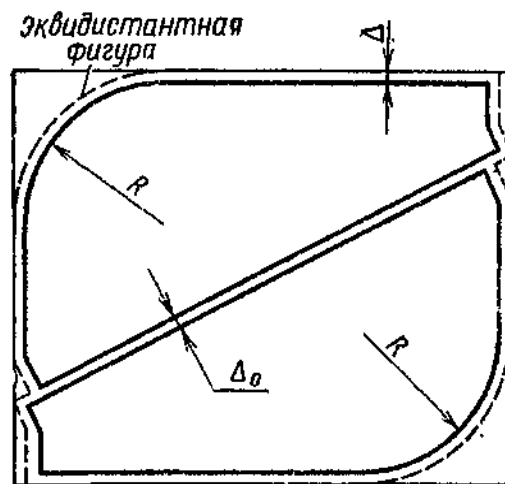


Рис.2.6. Укладання на аркуші двох еквідистантних фігур

Розглянемо основні етапи рекомендованого вище алгоритму.

## 2.2. Система кодування інформації креслень деталей

У задачі розкрою листового прокату на заготовки складних геометричних конфігурацій потрібно задати відомості про деталі. Для цього на контурі деталі визначаються опорні або вузлові точки, т. Е. Такі, в яких відбувається зміна виду контуру - одне ребро (сторона) переходить в інше або в криву. Якщо координати всіх опорних точок відомі, то опис контуру можна задати перерахуванням в певному порядку координат опорних точок і видів ліній між ними. Однак, як правило, в кресленнях проставляються розміри деталі і розрахунок координат опорних точок стає трудомістким процесом.

Рекомендується система обробки креслень деталі, по якій за певними правилами кодується креслення деталі; ґрунтуючись на цій інформації, ЕОМ

розраховує координати опорних точок. Система кодування включає деталі, контури яких є замкнутої кусково-гладкої кривої, що складається з відрізків прямих і дуг кіл. Це обмеження спрощує систему кодування, але майже не позначається на номенклатурі охоплених деталей, так як більшість деталей, виготовлених в машинобудуванні, має такі контури. Контури, що складаються з дуг еліпсів, парабол і інших кривих, можна апроксимувати прямими і дугами кіл. При описі креслення деталей все розміри беруть безпосередньо з креслення, тому необхідно, щоб креслення було виконано за всіма правилами згідно з чинними ГОСТами на машинобудівні креслення. Інформація, взята з креслення деталі, заноситься в таблицю кодованої інформації (ТКІ-1) за формою 1.

ТКІ-1 для завдання інформації про деталі

Характер и номер точек	х	у	Довжина, радіус	Кут $\alpha$	Кут $\psi$
1	2	3	4	5	6
200	0	1	5	0	-

Всі опорні точки контуру нумерують в певному порядку, починаючи з першої, і далі по порядку за годинниковою стрілкою. Якщо в контурі є дуги кіл, то центри цих кіл також зараховують до опорних точок і нумерують по порядку відліку опорними точками контуру. Крім точок контуру і центрів кіл можуть з'явитися допоміжні точки, які вводяться для того, щоб можна було розрахувати невідомі координати.

Відзначимо випадки можливого визначення невідомих, які потрібно брати до уваги при кодуванні креслень деталей: відомі координати точки 1 ( $x_1, y_1$ ), довжина відрізка  $l$  і кут  $\alpha$  (рис.2.7., А) або одна з координат точки 2 (наприклад,  $x_2$ ) і довжина  $l$ , або одна з координат точки 2 (наприклад  $x_2$ ) і кут  $\alpha$ ; відомі координати точки 1 ( $x_1, y_1$ ), невідомі координати точки 2 ( $x_2, y_2$ ), і відомі координати точки 3, наступного за невідомої ( $x_3, y_3$ ), і відстані  $l_1$  та  $l_2$  (рис.2.7., Б).

ТКІ-1 служить джерелом відомостей про геометричній формі деталей, за якими за допомогою спеціального алгоритму визначаються невідомі координати опорних точок.

Позначення, прийняті при кодуванні деталей, такі.

Графа 1 містить номери деталей і служить для занесення відомостей про характер точки: чи є точка елементом контуру або допоміжної або центром кола.

Для точки, що є елементом контуру, в графі 1 проставляється порядковий номер точки, для допоміжної точки - код 200, для точки центра кола - код 201, якщо від попередньої точки до наступної треба рухатися по колу за годинниковою стрілкою, і 202, якщо рух здійснюється проти годинникової стрілки.

У графи 2 і 3 заносяться відповідно координати опорних точок або ознаки для їх визначення. У графі 4 проставляється відстань від описуваної точки до наступної або радіус, якщо описувана точка є центром кола. У графі 5 проставляється кут, який утворює відрізок, що з'єднує описувану точку з наступною, з позитивним напрямком осі Ох.

Кут нахилу береться  $\leq 180^\circ$  з позитивним напрямком осі Ох (рис.2.7., В). Кут береться зі знаком, плюс, якщо вектор до осі Ох треба повертати за годинниковою стрілкою (наприклад,  $\alpha_1$  та  $\alpha_2$ ), і зі знаком мінус, якщо проти годинникової стрілки ( $\alpha_3$ ). У графі 6 проставляється кут  $\psi$ , який утворюється відрізком, що з'єднує описувану точку з подальшою, з продовженням попереднього відрізка (рис.2.7., Г). Кут береться зі знаком плюс, якщо вектор, що з'єднує описувану точку з подальшою до продовження з попереднім відрізком, треба повертати за годинниковою стрілкою (кут  $\psi_1$ ), і зі знаком мінус - якщо проти годинникової (кут  $\psi_2$ ).

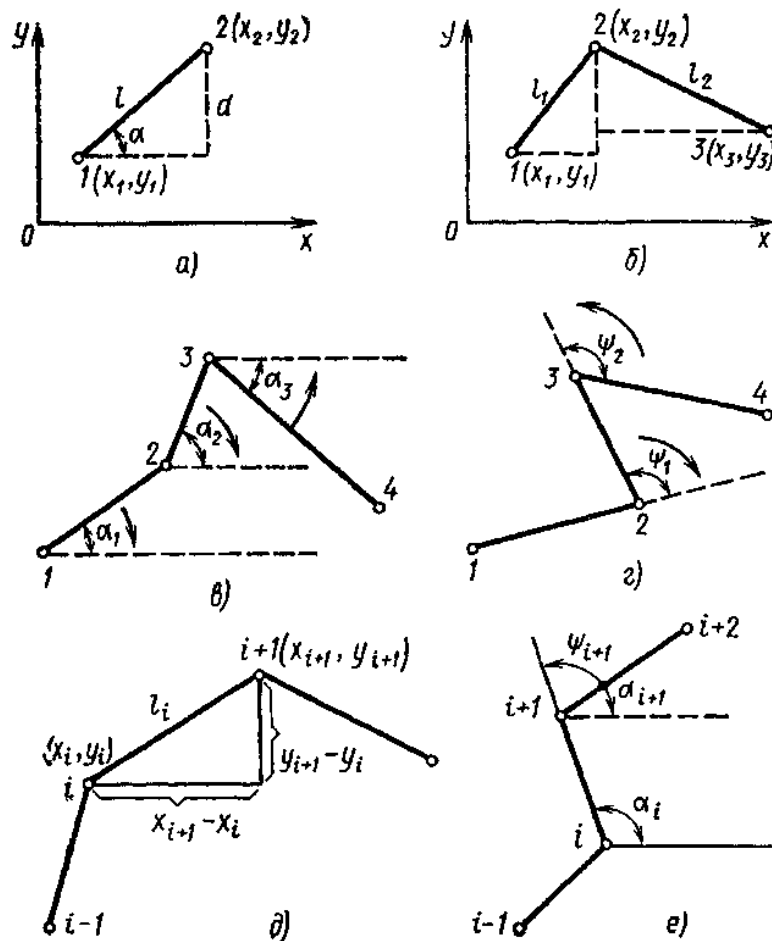


Рис. 2.7. Графічне зображення прикладів задач по визначенню невідомих параметрів, що вживаються при кодуванні креслень деталей

Кут береться  $\leq 180^\circ$ . Величина кутів записується дев'яти значним числом (перші три знаки - градуси, два наступних - мінути-, потім два наступних - секунди і останні два - частки секунд). Якщо кут вимірюється тільки в градусах, то після них ставиться шість нулів. Якщо описана поточна точка, а координати наступної задаються явно, то в графі 4 ставиться кома, а в графах 5 і 6 - тире.

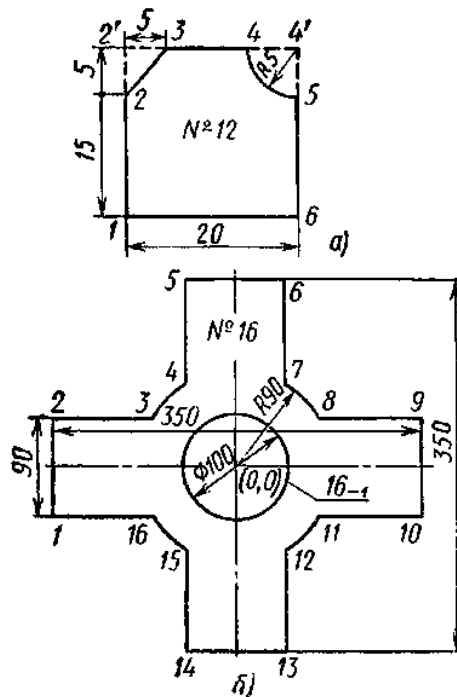


Рис. 2.8. Креслення деталей з проставлянням розмірів і нумерації координат опорних точок (розміри в мм)

Таблиця заповнюється по порядку, починаючи з першої точки. Відомі величини проставляються, замість невідомих ставляться прочерки або ознаки. Ознаки - це номери по порядку з коми. Наявність коми у числа в таблиці говорить про те, що дана величина невідома. Якщо величини рівні, то вони позначаються однаковими ознаками. Крім того, для невідомого кута ознаки показується тупий кут або гострий. Якщо кут гострий, то ознака починається з 300, а якщо тупий, то з 400. Дві коми ставляться як ознака кінця контуру.

Якщо у деталі є один або кілька внутрішніх контурів, то кожен з них окремо нумерується в довільному порядку і кодується вищевикладеним способом. При цьому систему координат відліку для всіх контурів необхідно брати однаковою і вказувати номер кодованого контуру, що відноситься до даної деталі. Приклади кодування креслень деталей, наведених на рис. 2.8, Дані в табл. 2.2.

### 2.3. Алгоритм координатного розрахунку

З таблиць вихідної інформації (ТКІ-1), отриманої з креслення за допомогою спеціального алгоритму, розраховують іншу таблицю кодування інформації ТКІ-2, за формою 2, визначаючи для кожної точки величини  $l_i$ ,  $\alpha_i$ .

Залежно від того, які величини відомі (див. Рис.2.7., Д) у значення  $l_i$ ,  $\alpha_i$  можна знаходити по одній з формул, наведених в табл. 2.

Крім формул, наведених в табл. 2.2, Використовуються співвідношення  $\alpha_i = \alpha_{i+1} + \psi_{i+1}$ , що видно з визначення кутів  $\alpha$  і  $\psi$  (див. Рис. 2.7, Е).

За наведеними вище співвідношенням розраховують можливі величини  $l_i$  і  $\alpha_i$  виходячи з вихідних даних, а невідомі величини знаходять з рішення системи рівнянь:

$$\begin{cases} \sum_{i=m}^n l_i \cos \alpha_i = x_{n+1} - x_m \\ \sum_{i=m}^n l_i \sin \alpha_i = y - y_m \end{cases} \quad (1);$$

Таблиця 2.1

#### Форма для завдання інформації про деталі

Номер деталі	Ознака угнутості	Координати опорної точки		Радіус окружності R
		x	y	
1	2	3	4	5
...	...	...	...	...

Таблиця 2.2

#### Формули для знаходження величин $l_i$ і $\alpha_i$ в залежності від відомих параметрів в контурі заготовки

Невідомі величини	Відомі величини				
	$x_i, y_i, x_{i+1}, y_{i+1}$	$l_i, y_i, y_{i+1}$	$l_i, x_i, x_{i+1}$	$\alpha_i, x_i, x_{i+1}$	$\alpha_i, y_i, y_{i+1}$
$l_i$	$\sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2}$	-	-	$\frac{x_{i+1} - x_i}{\cos \alpha_i}$	$\frac{y_{i+1} - y_i}{\sin \alpha_i}$
$\alpha_i$	$\arctg \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}$	$\arcsin \frac{y_{i+1} - y_i}{l_i}$	$\arccos \frac{x_{i+1} - x_i}{l_i}$	-	-

Щоб спростити систему рівнянь (1), замикають контур в точці  $x_m, y_m$ , т. т. Вважають, що точка  $x_{n+1}, y_{n+1}$  збігається з точкою  $x_m, y_m$ . Для цього кути вектора  $x_{n+1}, y_{n+1}$  змінюють на зворотні, і система рівнянь (1) набуває вигляду:

$$\begin{cases} \sum_{i=m}^n l_i \cos \alpha_i = 0 \\ \sum_{i=m}^n l_i \sin \alpha_i = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Залежно від поєднання невідомих система (2) може мати п'ять видів: одне невідоме відстань; один невідомий кут; два невідомих відстані; два невідомих - відстань і кут; два невідомих кута.

Для кожного з п'яти видів є своє рішення системи рівнянь (2). Розрахувавши величини  $l_i$  та  $\alpha_i$ , визначимо координати опорних точок контуру:

$$x_i = l_i \cos \alpha_i + x_{i-1}; \quad y_i = l_i \sin \alpha_i + y_{i-1},$$

для першої точки:

$$x_1 = l_1 \cos \alpha_1; \quad y_1 = l_1 \sin \alpha_1.$$

Таким чином, викладений алгоритм дозволяє визначити координати всіх опорних точок контуру заготовки (див. Форму 2), необхідних для вирішення задачі розкрою листового прокату.

#### **2.4. Заміна криволінійних контурів заготовок ламаною лінією**

В процесі автоматичної укладання заготовок потрібно замінити криволінійні контури ламаною лінією. Приклади такої заміни наведені на рис.2.9, а принципи їх побудови дано далі в тексті.

1. Опукла дуга АВ замінюється ламаною лінією (рис.2.9, а). Для цього необхідно виконати наступні побудови: в точках А і В до дузі проводимо дотичні, які перетинаються в точці С; з'єднуємо точку С з точкою Д, що проходить через середину відрізка АВ; CD перетинає дугу в точці Е; проводимо пряму, дотичну до дуги в точці Е; відзначаємо точки F і G перетину дотичній зі сторонами трикутника АСВ; знаходимо середини відрізків AF і FE в точках J і K відповідно, а також середини відрізків EG і GB в точках L і M відповідно; з'єднуємо точки J і K, а також L і M і знаходимо середини цих відрізків в точках N і Р відповідно; дугу АВ замінюємо ламаною АJNKELPMB.

Необхідні формули для розрахунків заміни опуклою дугою ламаною лінією наведені в табл. 2.3.

2. Увігнута дуга АВ замінюється ламаною лінією (рис.2.9, б). Для цього проводимо такі побудови: в точках А і В проводимо дотичні АС і ВС, де С - точки перетину дотичних; знаходимо точку D - середину відрізка АВ; точка Е буде точкою перетину відрізка CD з кривою АВ; точки F і G знаходимо аналогічно точці Е, тільки для дуг АЕ і ЕВ відповідно.

Розрахункові формули і рівняння для знаходження координат точок F, Е і G дані в табл. 2.3.

Таблиця 2.3

**Формули для розрахунку, необхідні при заміні криволінійних контурів заготовок ламаною лінією**

Операція	Формула для розрахунку	Примітка
Визначення рівняння дотичної в точці А ( $x_A, y_A$ ), якщо рівняння дуги $\in ax^3 + by^2 + c = 0$ , а визначення рівняння дотичної в точці В ( $x_B, y_B$ ),	$ax_a x + by_a y + c = 0$ $ax_b x + by_b y + c = 0$	За допомогою спільного вирішення цих рівнянь знаходиться точка перетину С ( $x_C, y_C$ ).
Рівняння прямої, що проходить через дві задані точки $P_1(x_1, y_1)$ и $P_2(x_2, y_2)$	$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$ <p style="text-align: center;">або</p> $\begin{vmatrix} x & y & 1 \\ x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \end{vmatrix} = 0$	
Рівняння, що випливає з того, що точка ( $x_0, y_0$ ) <i>лежить на тій же прямій, що і кінці відрізка</i> ( $x_1, y_1$ ); ( $x_2, y_2$ ).	$\frac{y_0 - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x_0 - x_1}{x_2 - x_1}$ $(y_0 - y_1)^2 + (x_0 - x_1)^2 = (y_2 - y_0)^2 + (x_2 - x_0)^2$ $x = x_0 \pm \frac{R_0(y_{i+1} - y_i)}{\sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_i - y_{i+1})^2}}$ $y = y_0 \pm$	Координати середини ( $x_0, y_0$ ) відрізка знаходяться зі спільного рішення двох цих рівнянь (пп. 3 і 4)
Рівняння, що позначає, що точка ( $x_0, y_0$ ) <i>ділить</i>		

<p>відрізок на рівні частини.</p> <p>Визначення координати середини дуги окружності</p>	$\pm \frac{R_0(x_{i+1} - x_i)}{\sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_i - y_{i+1})^2}}$	
<p>Визначення рівняння прямої, що проходить через задану точку <math>(x_0, y_0)</math> паралельно заданій прямій <math>y = k_1 x + b_1</math></p> <p>Визначення координати точки перетину двох прямих</p> $y = k_1 x + b_1$ $y = k_2 x + b_2$	$x = \frac{b_1 - b_2}{k_2 - k_1}$ $y = \frac{k_1(b_1 - b_2)}{k_2 - k_1} + b_1$	<p>Позначення: <math>x_0, y_0</math> — координати центру дуги <math>(x_i, y_i)</math>; <math>(x_{i+1}, y_{i+1})</math> — координати кінця дуги; <math>R_0</math> - радіус кола. У формулах знак плюс відповідає опуклою дузі, знак мінус - увігнутою</p>

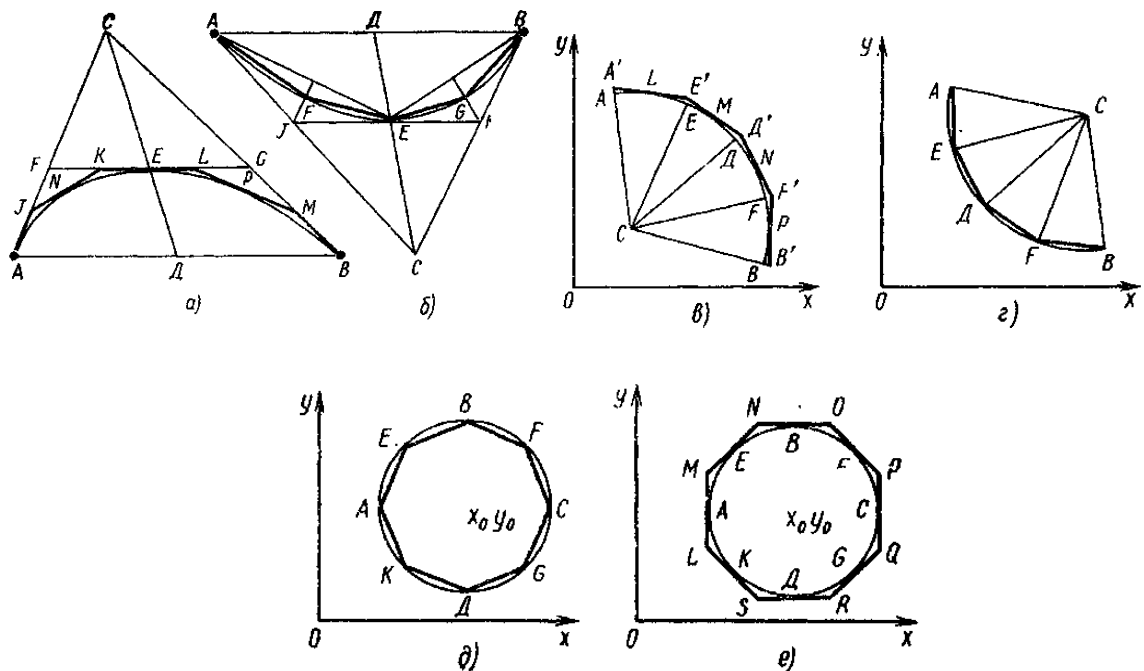


Рис. 2.9. Схеми заміни криволінійних контурів деталей ламаною лінією: а, б - парабол; в, г - дуг кіл; д, е - цілих кіл

3. Дуги кола замінюються прямими. Нехай дуга опукла (рис. 2.9., в). Точки А і В - кінці дуги, точка С-центр окружності. Знаходимо точку поділу дуги АВ навпіл (точка D), а потім точки Е і F ділення відрізків AD і DB навпіл.

Через середини одержані дуг AE, ED, DF, FB в точках L, M, N і Р проводимо прямі, паралельні відрізкам AE, ED, DF і FB. Точки перетину сусідніх прямих A', E', D' і B' приймаємо за нові опорні точки замість старих А і В. Дуга кола замінюється ламаною A'E'D'F'B'. Якщо дуга увігнута (рис. 2.9., Г), знаходимо точку D поділу дуги навпіл і точку E розподілу кожної з половинок навпіл; дугу замінюємо ламаною AEDFB. Формули для розрахунку наведено в табл. 2.3.

4. Заміна цілої окружності. Внутрішню окружність замінюємо вписаним восьмикутником (рис. 2.9., Д). Для цього знаходимо точки поділу кола на чотири частини. Дуги АВ, ВС, CD і DA ділимо навпіл і запам'ятовуємо замість окружності вершини заготовки AEBFCGDK. Для внутрішнього кола доцільно знайти серед дрібних заготовок таку, яка поміщається в це коло. Нехай  $x_1, y_1; x_2, y_2; \dots; x_n, y_n$  - координати вершин заготовки, щодо якої треба вирішити, чи поміщається вона в коло чи ні. Серед вершин заготовки знаходимо:

$$x_{min} = \min_i x_i;$$

$$x_{max} = \max_i x_i;$$

$$y_{min} = \min_i y_i;$$

$$y_{max} = \max_i y_i.$$

$$\text{Якщо } R_0 \geq \frac{1}{2} \sqrt{(x_{max} - x_{min})^2 + (y_{max} - y_{min})^2},$$

заготовка поміщається в коло. За цим критерієм перевіряються всі дрібні заготовки до тих пір, поки не вийде перший задовільний результат.

Зовнішню окружність замінюємо описаним восьмикутником (рис. 2.9., Е). Для цього через точки поділу А, Е, В, F, С, G, D, К проводимо дотичні до кола. Точки перетину дотичних будуть вершинами багатокутника. Рівняння дотичних і точки перетину знаходяться за формулами, наведеними в табл. 3. Якщо описана вище заміна криволінійних контурів ламаною лінією не задовольняє заданій точності  $\epsilon$ , то замінюється дугу ділять навпіл, і описані процедури застосовують до кожної з половин доти, поки не досягнуть заданої

точності. Ціла окружність при цьому може бути замінена правильним 16-кутником, 32-кутником і т. Д. Критерій перевірки на досягнення заданої точності полягає в тому, щоб площа заготовки, обмеженою заданою дугою і відрізками горизонтальною і вертикальною прямих, що проходять через кінці дуги, відрізнялася від площі аналогічної заготовки, у якій замість дуги ламана менше ніж на  $\varepsilon$ .

## **2.5. Визначення площі заготовки, обмеженою складним геометричним контуром**

Заготівля задається координатами опорних точок із зазначенням ліній між ними. Площа плоскої фігури, обмеженої замкнутим контуром, може бути обчислена за формулою:

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left[ \int_{(A_i, A_{i+1})} f_i(x) dx + \int_{(A_i, A_{i+1})} \varphi_i(y) dy \right]$$

де  $(A_i, A_{i+1})$  - ділянка контуру від  $i$ -ї опорної точки до  $(i+1)$  -й, а  $y=f_i(x)$  або  $x=\varphi_i(y)$  -уравнення лінії, що з'єднує  $i$ -ю опорну точку з  $(i+1)$  -й;  $n$  - число опорних точок.

Значення інтегралів  $\int_{(A_i, A_{i+1})} f_i(x) dx$  і  $\int_{(A_i, A_{i+1})} \varphi_i(y) dy$  для прямих і дуг кіл наведені в табл.2.4, а формули перетворення координат заготовок на площині наведені в табл.2.5.

Приклади зрушень і можливі випадки положення сторони заготовки наведені на рис. 2.10.

Якщо контур заготовки складається тільки з прямих ліній, т. Е. Для багатокутників, площа заготовки підраховується за формулою:

$$S = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (x_{i+1}y_i - x_iy_{i+1})$$

при цьому  $x_{n+1} = x_1$ ;  $y_{n+1} = y_1$ ,  $x_i, y_i$  координати опорних (вузлових) точок, т. е. кінців даного відрізка.

Таблиця 2.4

Значення інтегралів  $\int_{(A_i, A_{i+1})} f_i(x) dx$  и  $\int_{(A_i, A_{i+1})} \varphi_i(y) dy$ 

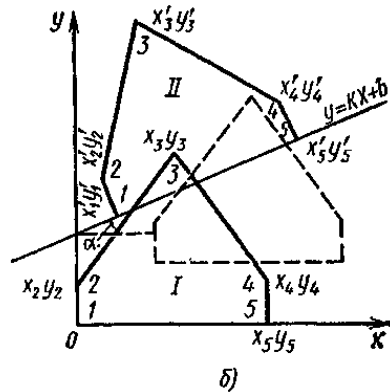
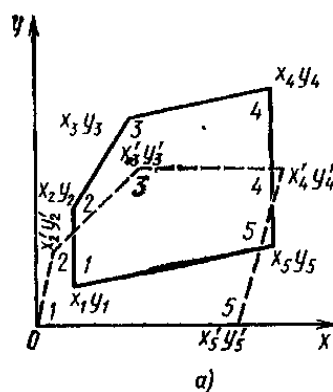
Характер кривої	Ескіз	Координати	Парам. кривої	Значення інтеграла $\int_{(A_i, A_{i+1})} f_i(x) dx$	Значення інтеграла $\int_{(A_i, A_{i+1})} \varphi_i(y) dy$
Пряма лінія		$\pm x_i; \pm y_i$ $\pm x_{i+1};$ $\pm y_{i+1}$	-	$\frac{(y_{i+1} - y_i)(x_i + x_{i+1})}{2} + (y_i x_{i+1} - y_{i+1} x_i)$	$\frac{(x_i - x_{i+1})(y_i + y_{i+1})}{2} + (y_{i+1} x_i - y_i - x_{i+1})$
Дуга окружності		$\pm x_i; \pm y_i$ $\pm x_{i+1};$ $\pm y_{i+1}$	$\pm x_0$ $\pm y_0$ $R_0$	$\pm \frac{1}{2} \left[ x_{i+1} \sqrt{R_0^2 - (x_{i+1} - x_0)^2} - x_i \sqrt{R_0^2 - (x_i - x_0)^2} \right] + R_0^2 \left( \arcsin \frac{x_{i+1} - x_0}{R_0} - \arcsin \frac{x_i - x_0}{R_0} \right)$	$\pm \frac{1}{2} \left[ y_{i+1} \sqrt{R_0^2 - (y_{i+1} - y_0)^2} - y_i \sqrt{R_0^2 - (y_i - y_0)^2} \right] + R_0^2 \left( \arcsin \frac{y_{i+1} - y_0}{R_0} - \arcsin \frac{y_i - y_0}{R_0} \right)$

Таблиця 2.5

## Формули перетворення координат заготовок на площині

Характер перетворення	Формули розрахунку	Позначення
Перетворення координат вершин багатокутника за умови, що вершина $x_{i+1}, y_{i+1}$ збігається з початком координат, а ребро $x_i, y_i, x_{i+1}, y_{i+1}$ піде по осі $Ox$ (див. мал. 2.10., а)	$x' = (x - x_{i+1}) \times \frac{ y_i - y_{i+1} }{\sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2}} \times \text{sign} \left( \frac{y_i - y_{i+1}}{x_i - x_{i+1}} \right) + \frac{(y - y_{i+1}) \times  x_i - x_{i+1} }{\sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2}};$ $y' = (x_{i+1} - x) \times \frac{ y_i - y_{i+1} }{\sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2}} \times \text{sign} \left( \frac{y_i - y_{i+1}}{x_i - x_{i+1}} \right) + \frac{(y - y_{i+1}) \times  x_i - x_{i+1} }{\sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2}}$	$x', y'$ - нові координати; $x, y$ - старі координати

<p>Перетворення координат вершин багатокутника за умови, що одна з вершин збігається з точкою на прямій і одна зі сторін піде по прямій (див. Рис. 2.10., Б)</p>	$x' = \frac{x}{\sqrt{1+k^2}} + \frac{ k y}{\sqrt{1+k^2}} \operatorname{sign} k + x_0;$ $y' = -\frac{ k x}{\sqrt{1+k^2}} \times \operatorname{sign} k + \frac{y}{\sqrt{1+k^2}} + y_0$	<p><math>k</math> - тангенс кута нахилу заданої прямої до осі <math>Ox</math> дорівнює</p> $k = \operatorname{tg} \alpha = \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i};$ <p><math>x_0, y_0</math> - координати точки на прямій, з якої збігається одна з вершин багатокутника; <math>x, y</math> - координати будь-якої вершини багатокутника, наведеного до положення 1 (див. рис. 2.10., б) <math>x_0, y_0</math> - координати вершини, щодо якої розглядається дзеркальне відображення</p>
<p>Перетворення координат вершин багатокутника при його дзеркальному відображенні щодо однієї з вершин</p>	$x' = 2x_0 - x; \quad y' = 2y_0 - y$	
<p>Знаходження координат точки на ребрі <math>x_i, y_i, x_{i+1}, y_{i+1}</math> віддаленої від вершини <math>x_i, y_i</math> на відстані <math>l</math>. Всі можливі випадки положення ребра, на якому шукається точка <math>x_i, y_i</math>, показані на рис. 2.10., В, г, д, в</p>	$x_l = x_i + \operatorname{sign}(x_{i+1} - x_i) l \times \frac{1}{\sqrt{1+k^2}};$ $y_l = y_i + \operatorname{sign}(x_{i+1} - x_i) l \times \frac{1}{\sqrt{1+k^2}}$	



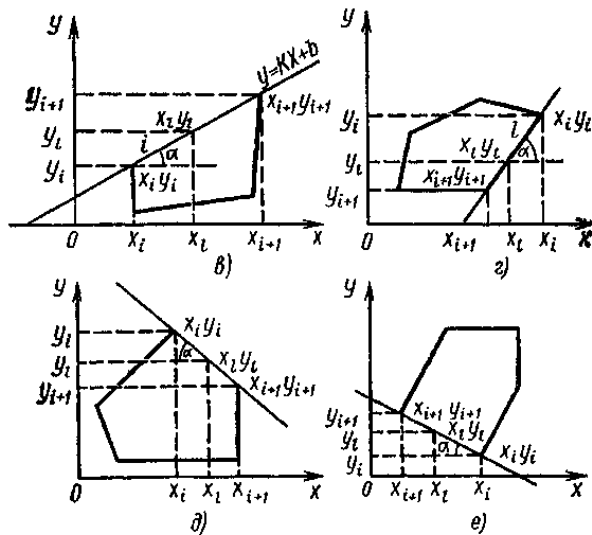


Рис. 2.10. Приклади зрушень і можливі випадки положення сторони заготовки

## 2.6. Правила складання зовнішнього контуру розкладеною сукупністю заготовок

При кожному наступному кроці алгоритму, розкрій матиме, зовнішній контур, що обмежує раніше укладені заготовки, до якого найкращим чином треба приєднати ще одну заготовку.

Зовнішній контур покладених заготовок має вигляд багатокутника, але не обов'язково опуклого, і задається координатами вершин .в порядку обходу за годинниковою стрілкою. При приєднанні до наявного контуру ще однієї заготовки до координат контуру додаються координати вершин приєднаної заготовки. Нумерація вершин контурів при цьому змінюється в такий спосіб. Якщо приєднана заготівля стороною з вершинами  $j$  і  $j + 1$  примикає до ребра контуру з вершинами  $i$  і  $i + 1$ , то - в новому зовнішньому контурі номеру  $j + 1$  присвоюється номер  $i + 1$ , потім перераховуються всі вершини, починаючи з  $j + 2$  приєднаної заготовки (рис. 2.11., а).

## 2.7. Визначення перетинів заготовки і контуру

При отриманні одного з можливих положень укладається заготовки та наявного контуру необхідно з'ясувати, перетинається за-приготування з контуром або не перетинається. Так як заготівля і контур є багатокутниками, то їх межами будуть відрізки прямих (ребра). Для кожного ребра контуру

встановлюється його положення: перетинається воно хоча б з одним з ребер прикладається заготовки або не перетинається.

Нехай  $x_{31}, x_{32}, y_{31}, y_{32}, x_{k1}, x_{k2}, y_{k1}, y_{k2}$  — координати кінців ребра заготовки і ребра контуру відповідно (рис. 2.11.,б). Координати точки перетину знаходяться по формулам:

$$\begin{cases} x_p = \frac{(x_{32}-x_{31})(y_{k1}x_{k2}-y_{k2}x_{k1})-(x_{k2}-x_{k1})(y_{31}x_{32}-y_{32}x_{31})}{(y_{32}-y_{31})(x_{k2}-x_{k1})-(y_{k2}-y_{k1})(x_{32}-x_{31})} \\ y_p = \frac{(y_{32}-y_{31})(y_{k1}x_{k2}-y_{k2}x_{k1})-(x_{k2}-x_{k1})(y_{31}x_{32}-y_{32}x_{31})}{(y_{32}-y_{31})(x_{k2}-x_{k1})-(y_{k2}-y_{k1})(x_{32}-x_{31})} \end{cases} \quad (3)$$

Якщо знаменник в формулах (3) дорівнює нулю, то значить ребра або паралельні, або лежать на одній і тій же прямій. В обох випадках вважаємо, що перетинання немає. Якщо виявиться, що точка перетину  $(x_p, y_p)$  лежить всередині кожного з розглянутих ребер, то це означає наявність перетину заготовки і контуру. Можливі випадки взаємного розташування двох відрізків представлені на рис. 2.12.

За вищевикладеного правилом визначається наявність перетину для кожного ребра заготовки і кожного ребра контуру,.

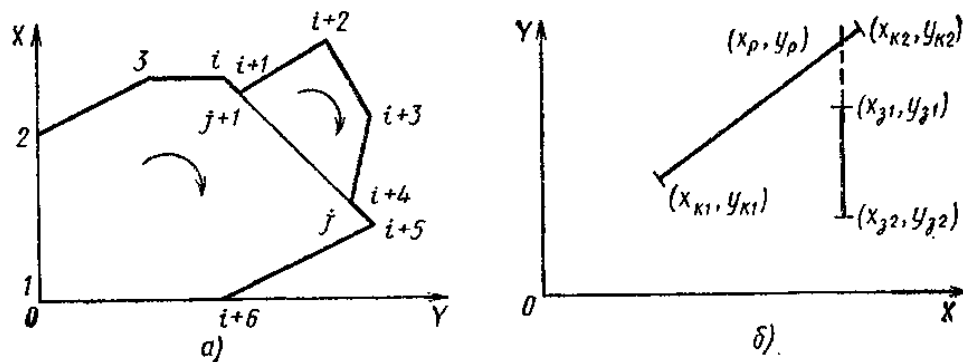


Рис. 2.11. Приклад приєднання заготовки до контуру (а) і схема взаємного розташування двох відрізків (б)

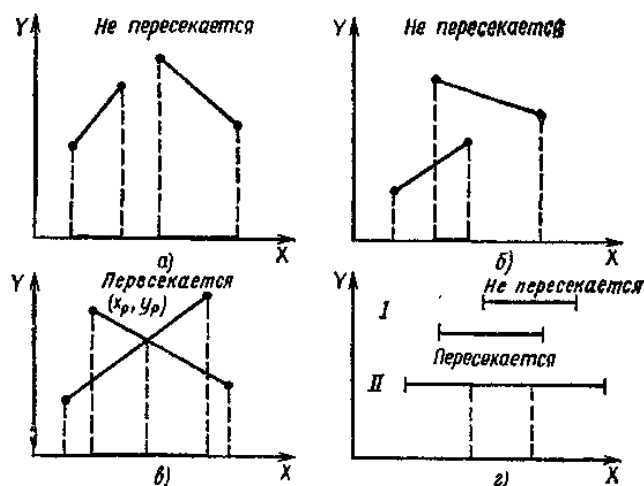


Рис. 2.12. Схеми можливих випадків розташування двох відрізків

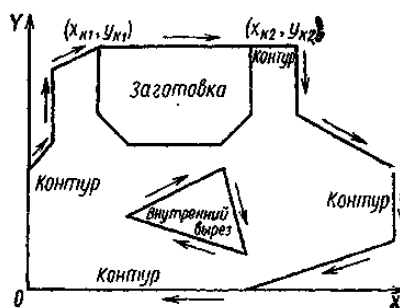


Рис. 2.13. Ілюстрація попадання заготовки всередину контуру

За винятком тих, якими заготовки і контур прикладаються одна до одної. Однак це ще не дозволяє розрізнити випадку, коли контури не перетинаються, а заготівля лежить всередині контуру (рис. 2.13.). Для виявлення цього випадку пропонується наступний метод [8].

Нехай  $x_{k1}$ ,  $y_{k1}$ ,  $x_{k2}$ ,  $y_{k2}$  - координати кінців ребра, до якого прикладена заготовка. Тоді рівняння прямої, на якій лежить ребро, має вигляд:

$$(x_{k2} - x_{k1})(y - y_{k1}) - (y_{k2} - y_{k1})(x - x_{k1}) \quad (4)$$

Відомо, що будь-яка пряма ділить площину на дві частини так, що підстановка координат точки, що лежить по одну сторону від прямої, в її рівняння дає один знак, а координат точки, що лежить по іншу сторону, - протилежний.

Крім того, так як контур обводиться за годинниковою стрілкою, кожне ребро контуру можна розглядати як, вектор, спрямований з  $i$ -ї вершини в  $(i +$

1). По відношенню до цього вектору внутрішня частина заготовки примикає до нього справа, а зовнішня - зліва. Підстановка координат точки в ліву частину рівняння (4) для точок, що лежать праворуч від ребра (вектора), буде мати негативний знак, а зліва від ребра - позитивний. Таким чином, щоб розпізнати, де лежить заготовка - всередині або зовні контура, треба взяти одну з її вершин, що не лежить на ребрі, і підставити її координати в ліву частину рівняння (4). Якщо вийде негативний результат, то, отже, заготівля лягла всередину контура, в іншому випадку заготовка розташовується зовні контура. Для внутрішніх вирізів контуру негативний результат показує, що заготовка розташувалася всередині вирізів, т. Е. Зовні контура.

Якщо в контурі зустрічаються ділянки, що представляють дуги кіл, то при їх розгляді необхідно ще розглядати випадки перетинів: дуга - дуга; дуга - відрізок прямої. Для знаходження спільних точок в цих випадках вирішуються спільно рівняння кіл, на яких лежать дуги, або рівняння кола і рівняння прямої відповідно [25].

## **2.8. Приєднання чергової заготівки до наявного контуру**

Кожен наступний крок алгоритму раціонального розташування заготовок полягає в тому, щоб знайти найбільш вигідне становище заготовки, що приєднується до вже наявної сукупності.

Для цього розглядаються такі положення, при яких заготівля однією стороною йде по будь-якій стороні контуру (рис. 2.14.). Можливі положення заготовки будуються таким чином:  $i$ -ю сторону контуру розбивають точками ділення на рівні відрізки, починаючи від вершини  $i + 1$ ; крок ділення вибирається заздалегідь, виходячи з середніх розмірів укладаються заготовок і масштабу, в якому даються їх розміри.

Розглядаються положення, коли заготовка своєї  $j$ -й стороною примикає до  $i$ -й стороні контуру. Це отримують у такий спосіб: спочатку заготівля поміщається так, щоб її вершина  $j + 1$  поєдналася з вершиною  $i + 1$ , а  $j$ -я сторона пішла по прямій, на якій лежить  $i$ -е ребро контуру (рис. 2.14., Положення I). Наступні положення заготовки виходять при її дискретно русі по прямій  $i$ -го

ребра контуру так, щоб вершина  $j + 1$  збігалася з першою, другою та іншими точками ділення (рис. 2.14., Положення II, III).

Поряд з кожним описаним положенням заготовки розглядається друге положення, що є дзеркальним відображенням першого щодо точки поділу (рис. 2.14., Додаток IV). Для кожного фіксованого положення заготовки в даному випадку перевіряємо, чи не перетинається вона з контуром. Для цього по викладеному правилу треба перевірити, чи є випадки перетину ребер заготовки і контуру. Якщо перетину є, то заготовка в даному положенні накладається на контур і такий стан не розглядається.

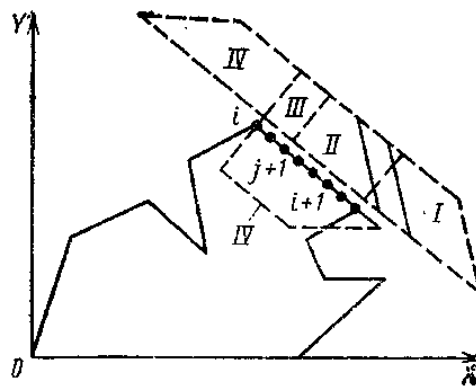


Рис.2.14. Зрушення заготівки з заданим кроком в контурі покладених заготівок

Для кожного можливого положення заготовки будуємо по описаним вище правилам новий контур. Знаходимо серед його вершин  $x_{\max}$ ,  $x_{\min}$ ,  $y_{\max}$ ,  $y_{\min}$  і перевіряємо співвідношення

$$|x_{\max} - x_{\min}| \leq L$$

$$|y_{\max} - y_{\min}| \leq H$$

де  $L$ ,  $H$  - довжина і ширина листового прокату.

Якщо одна з нерівностей не виконується, то це означає, що заготовка в даному положенні перетинається ні з контуром, а з кордоном заданого аркуша. Такий стан заготовки також неприйнятно і надалі не розглядається. У разі виконання обох нерівностей підраховується площа описаного прямокутника. У підсумку виходить безліч прийятних положень однієї і тієї ж заготовки в,

наявному контурі. Найбільш вигідним вважається те положення, при якому площа прямокутника, описаного близько отриманого контуру, найменша.

## **2.9. Принципи вибору чергової заготовки**

Якщо завдання сформулювати так, щоб на кожному кроці алгоритму вибиралося не тільки вигідне становище заготовки по відношенню до наявного контуру, а також сама заготівля, яка найбільш підходить до цього контуру, то вибирати чергову заготовку можна методом перебору. Для цього треба взяти першу з решти заготовок і по викладеному вище алгоритмом знайти її найкраще положення. Те ж саме треба зробити для всіх, хто лишився заготовок. Критерієм відбору слід брати не площа описаного прямокутника, так як вона в цьому випадку залежить не тільки від положення заготовок, але і від розмірів і форми тієї чи іншої заготовки, а відношення корисної площі до площі описаного прямокутника. Під корисною площею розуміється площа покладених заготовок. Ця площа дорівнює сумі площ покладених заготовок і площі приєднується до них заготовки. Але такий вибір черговий заготовки не є раціональним, так як пов'язаний з перебором великої кількості варіантів розташування заготовок і контуру. Можна побудувати процес так, щоб вибір тієї чи іншої заготовки відбувався із заданою вірогідністю. В цьому випадку одержувані плани розкрою будуть залежати від послідовності обраних заготовок.

При складанні варіанти укладання заготовок використовується наступна модель: спочатку за певними правилами укладають великі заготовки, потім вільні простори між ними і внутрішні вирізи заповнюються дрібними заготовками.

Залежно від конкретних виробничих умов може бути рекомендовано три можливі випадки порядку вибору і розкладки заготовок, які призначаються за вказівкою користувача.

**Випадок 1.** За величиною площі заготовки поділяються на дві групи: великі і дрібні.

Якщо  $S \geq \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2}$  то заготовка ставиться до великих, в іншому випадку - до дрібних. Спочатку розміщують великі заготовки, обрані випадково, потім вільний простір між ними і внутрішні вирізи заповнюють дрібними заготовками.

**Випадок 2.** Всі наявні заготовки розбиваються на три групи: великі, середні і дрібні. Критерій визначення групи, до якої належить заготівля, можна сформулювати наступним чином. Нехай  $S_{\max}$  і  $S_{\min}$  — найбільша і найменша площі всіх наявних заготовок. Підрахуємо величини:

$$S_1 = S_{\max} - \frac{S_{\max} - S_{\min}}{3}$$

$$S_2 = S_{\min} + \frac{S_{\max} - S_{\min}}{3}$$

При цьому: якщо  $S > S_1$  то заготовка велика; якщо  $S_1 > S > S_2$ , то заготовка середня; якщо  $S < S_2$ , то заготовка дрібна.

Спочатку розміщують великі заготовки, обрані випадково. Якщо жодна з наявних великих заготовок не поміщається на останньому місці аркуша, то вибирають середні, а потім дрібні заготовки, які найбільше підходять до отриманого контуру.

Випадковий вибір заготовки для розкладки можна здійснити на ЕОМ наступним чином. Нехай є заготовки  $S_1, S_2, \dots, S_n$ , які вибираються випадково. Якщо переміщати порядок проходження номерів в цьому переліку випадковим чином, а потім вибирати заготовку, номер якої виявиться на першому місці списку, потім на другому і т. Д., То цей процес і виявиться випадковим вибором заготовки. Випадкове перемішування номерів переліку полягає в пересиланні кожного з номерів на випадкове місце в цьому ж переліку. Це здійснюється за допомогою вироблення випадкових чисел, що можна зробити програмним шляхом. Якщо обрана заготівля не вміщується на останньому вільному місці, то при складанні даного плану розкрою вона більше у виборі не повинна брати участь. Якщо до цього моменту в групі великих заготовок залишилися ще заготовки, то вибирається одна з них. Якщо великі заготовки

вже все перебрані і частина з них покладена, а частина залишилася, то вибирають дрібні заготовки за принципом максимальності площі.

**Випадок 3.** Всі наявні заготовки розташовуються по спадаючій їх площі  $S_1 > S_2 > S_n$ . Вибирають заготовки для укладання за принципом максимальності площі.

Таким чином, наведений вище алгоритм складання карт розкрою складається з чотирьох частин, що виконують такі функції [6]: спрощення контурів заготовок і підготовку вихідної інформації для складання карт розкрою; послідовне розміщення спрощених заготовок на площі листа; оцінку якості розміщення і фіксації положення заготовок на аркуші; видачу складеної карти розкрою.

Описаний алгоритм і система різання листового матеріалу на заготовки складних геометричних конфігурацій можуть бути взяті за основу при організації автоматизованого розкрою матеріалів на підприємствах і доповнені при необхідності різними технологічними умовами і евристичними прийомами.

### **2.10. Висновки до розділу**

В цьому розділі розглядається і аналізується алгоритм розкрою листового прокату на різні заготовки складної форми.

## **РОЗДІЛ III. РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ЗНАКІВ ДОРОЖНЬОГО РУХУ**

### **3.1. Опис модуля автоматизованого проектування дорожніх знаків**

Розроблено програму для автоматизованого проектування дорожніх знаків, яка готує графічні елементи до висновку на плотер: прибирає заливку, конвертує всі фігури в криві, здатна оптимально розмістити графічні фігури на аркуші. У якості нормативної документації при її створенні були використані відповідні стандарти України, що дозволяє проектувати дорожні знаки зі своїми характерними особливостями. У програмі враховані останні зміни в нормативних документах, що діють на території України, і реалізовано проектування індивідуальних дорожніх знаків відповідно до вимог сучасних нормативних документів (ДСТУ 4100-2002 України).

Програма дозволяє проектувати нові і редагувати раніше створені знаки. Користувач може створювати свої власні знаки завдяки цілому ряду допоміжних засобів-додатків, що містяться в програмі: бібліотеки піктограм і покажчиків напрямків, всіляких таблиць вставок, символів. Запроектовані в програмі знаки оформляються у вигляді креслень, що використовуються при їх виготовленні на плівці.

Для зручності запуску програми ми винесли кнопку для виклику макросу на панель управління CorelDRAW X3. Для цього виконали ряд дій:

- скористалися командою Інструменти / Параметри. На закладці Вигляд вікна, показаного на малюнку 3.1., В поле Тема задали рядок «Старт»;
- намалювали кнопку (зображення кнопок у версії 13 зберігаються в DRAWUIConfig.xml, раніше записувалися в cdrbars.cfg).

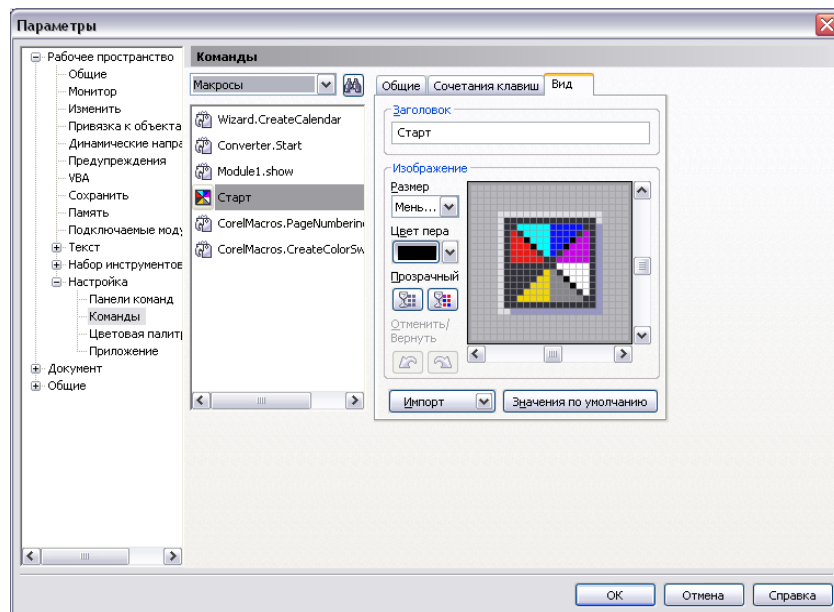


Рис.3.1. Створення кнопки для запуску програми

Для успішного вирішення завдань зі створення тих чи інших дорожніх знаків, в програмі користувачеві надані великі можливості. Інтерфейс програми максимально налаштований на зручну роботу при проектуванні (рис.3.2.).

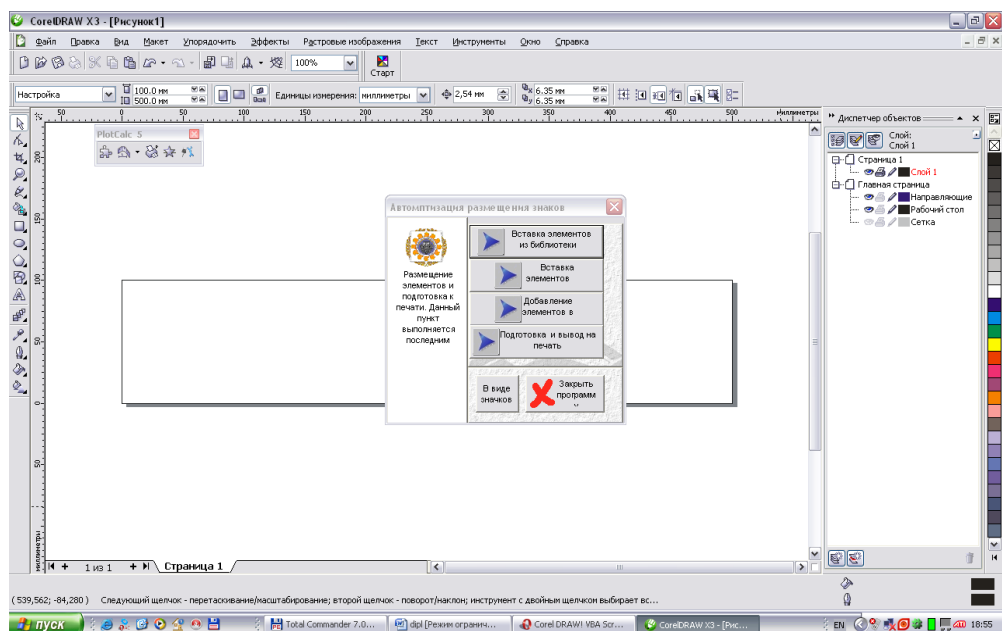


Рис.3.2. Интерфейс програми

Налаштування програми дозволяють зробити всілякі установки, необхідні для коректного проектування дорожніх знаків.

Проектування дорожніх знаків включає наступні основні етапи роботи:

- створення (проектування) знака, що включає компоновку елементів знака (щит, маршрут, об'єкт, показчик напрямку, піктограма і ін.), Редагування їх параметрів;
- підготовка (заповнення штампів, остаточна компоновання елементів креслення) і висновок на друк креслення знака або експорт в інші системи в форматах BMP, WMF, DXF, CSC, JPG.

### Формування креслення

На першому етапі вибирається формат креслення, на якому розміщуватимуться проєктований знак (при необхідності, кілька варіантів знака або різні знаки).

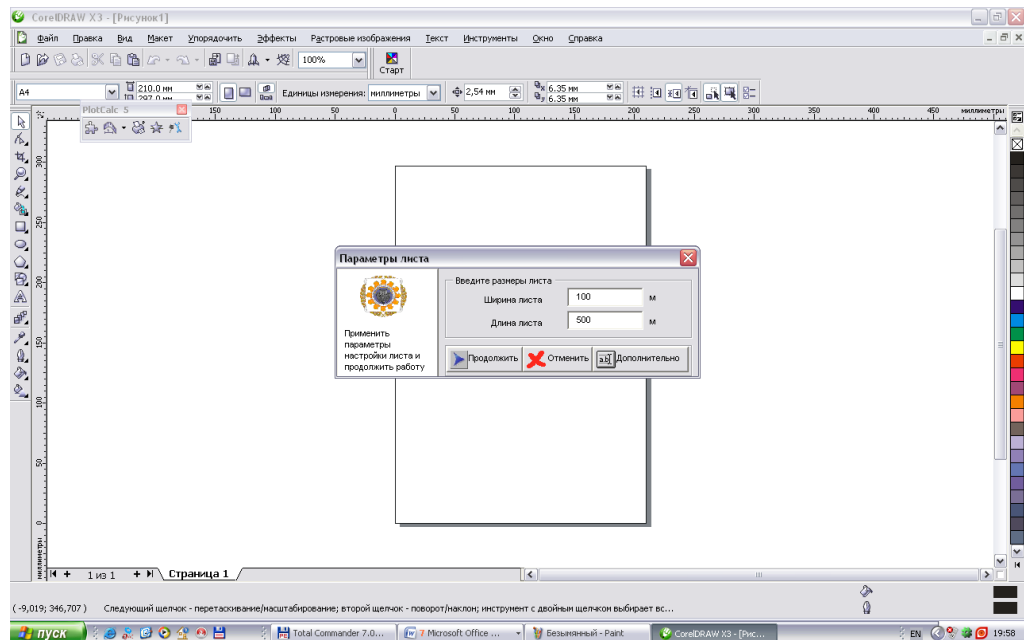


Рис.3.3. Завдання розмірів листа

### Створення знака

На наступному етапі виконується безпосередньо проєктування знака та редагування його параметрів. Знак являє собою сукупність елементів: щит, маршрут, об'єкт, показчик напрямків, відстань і ін. Елементи знака можна вставляти з бібліотеки, вводити текст з клавіатури (рис.3.4.- рис.3.8.).

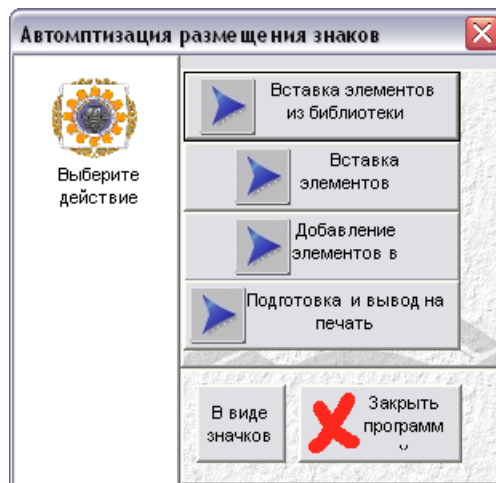


Рис.3.4. Диалоговое окно для размещения знаков

Для того щоб вставити елемент знака з бібліотеки потрібно натиснути клавішу на кнопці «Додавання візуального ефекту з бібліотеки» (рис 3.5.).

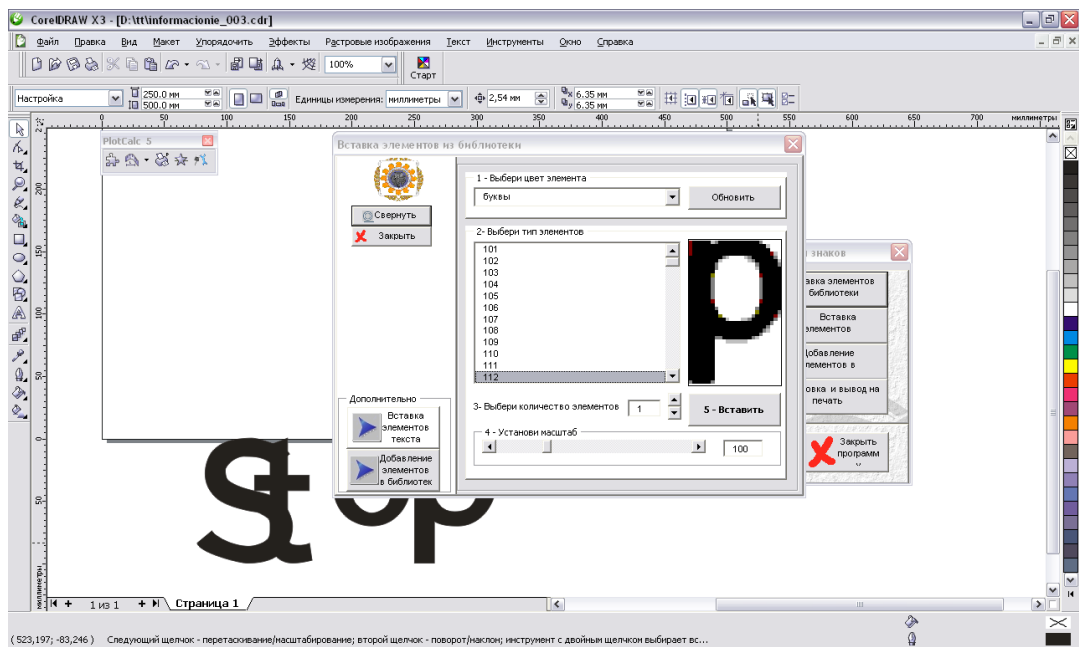


Рис.3.5. Додавання візуального ефекту з бібліотеки.

У списку «Обери розміщення елемента» доступні наступні бібліотеки: чорні, червоні, зелені, жовті, білі, літери. В залежності який елемент знака потрібно вставити потрібно вибрати відповідну бібліотеку.

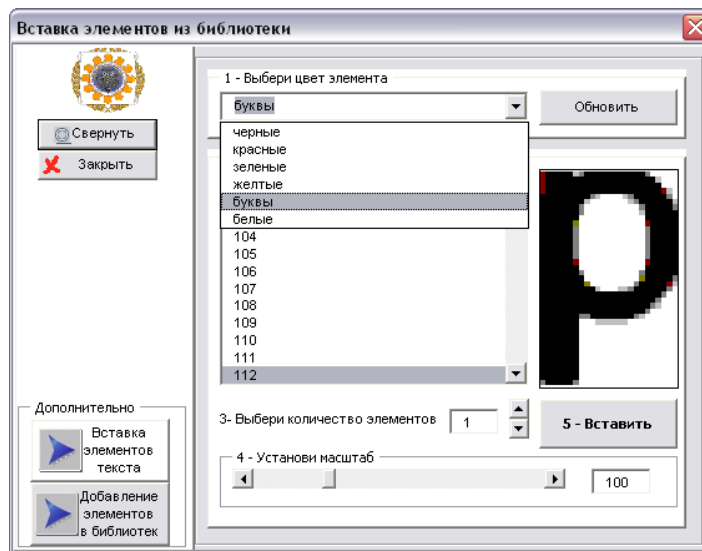


Рис.3.6. Диалоговое окно «Додавання візуального ефекту з бібліотеки»

Також в програмі реалізована можливість вводити текст, який автоматично перетворюється в фігури букв (рис.3.5., 3.7.).

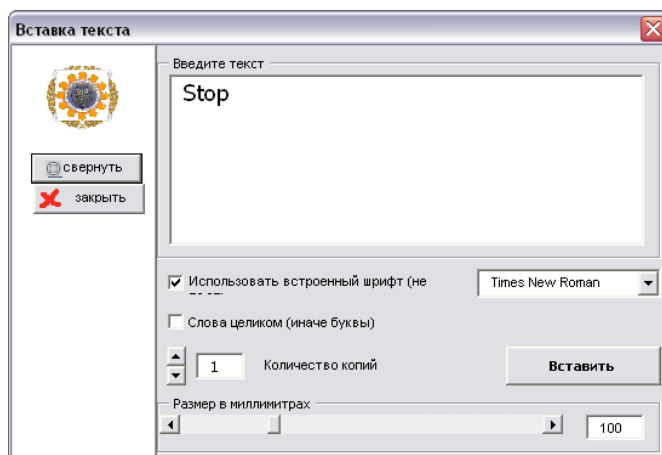


Рис.3.7. Введения текста

У програмі «Автоматизація розміщення знаків» передбачена функція додавання елемента знака в бібліотеку елементів. Для цього потрібно виділити фігуру і натиснути на кнопку «Додавання елементів в» (рис. 3.8.).

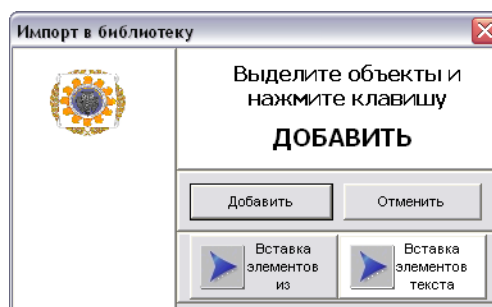


Рис.3.8. Диалоговое окно «Імпорт в бібліотеку»

Після цього з'являється діалогове вікно «Імпорт в бібліотеку (збереження)» в якому потрібно вибрати в яку бібліотеку буде вставлений елемент і дати йому ім'я.

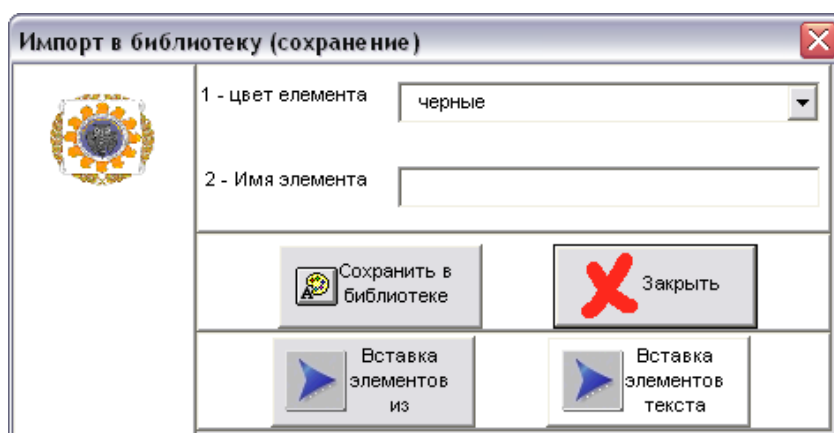


Рис.3.9. Діалогове вікно для додавання елементів знака в бібліотеку  
Підготовка і висновки на друк

Після того як проектувальник створив всі необхідні знаки, таблиці, примітки і т.п., він може за допомогою інтерактивного «перетягування» елементів креслення досить швидко і легко скомпонувати креслення (рис.3.10.). Результати проектування вивести на друк і експортувати в інші графічні системи як в растровому, так і у векторному форматах (рис.3.11.).

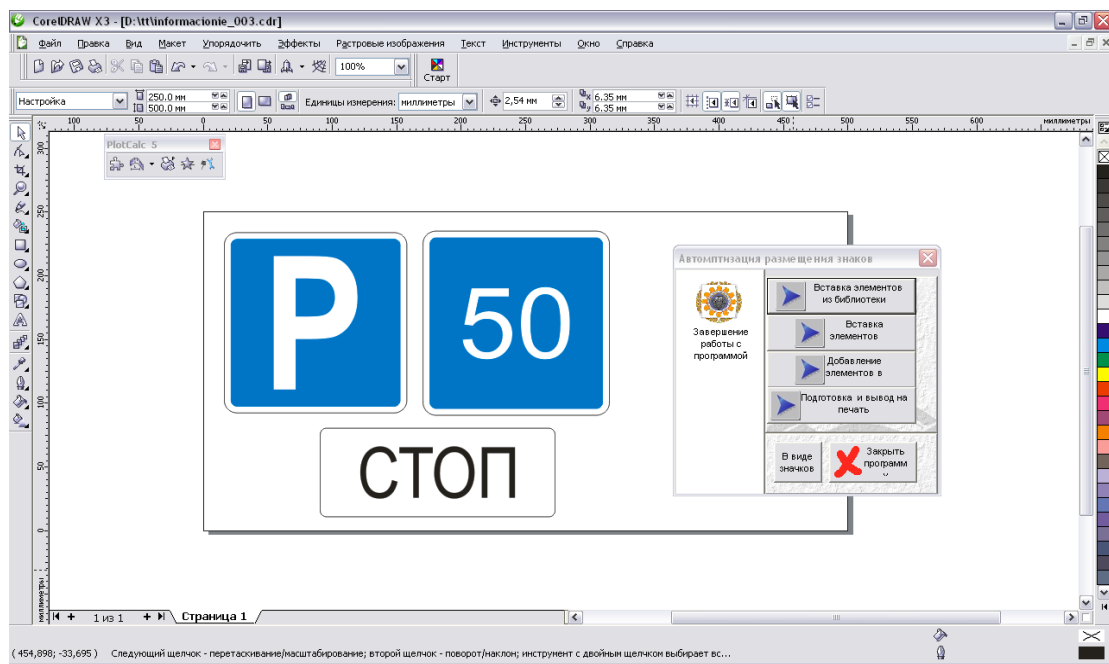


Рис.3.10. Скомпоноване креслення

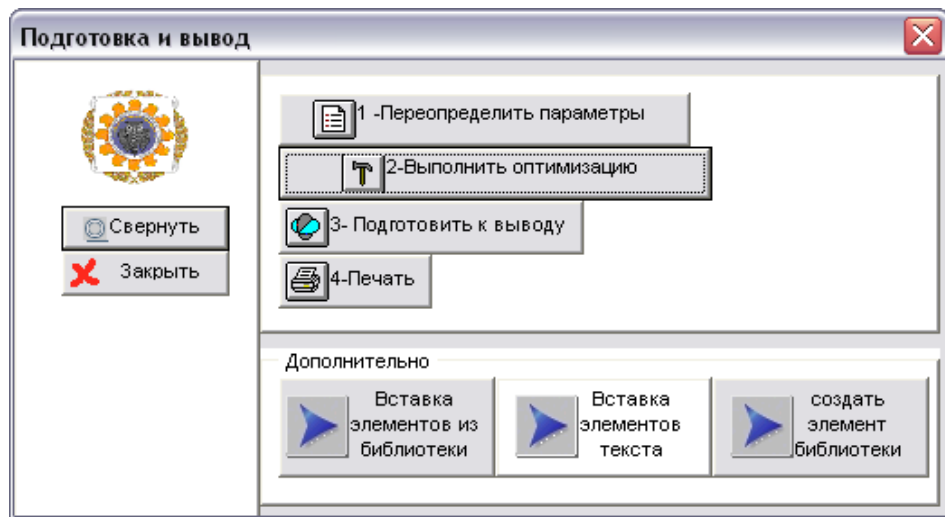


Рис.3.11. Діалогове вікно «Підготовка та виведення на друк»

Програма настільки гнучка, що не вимагає від проектувальника дотримання суворої етапності при редагуванні елементів знака і креслення і дає йому можливість виробити і застосовувати в подальшому власну зручну технологічну послідовність роботи. Завдяки зручному і наочному інтерфейсу починаючий користувач може досить швидко освоїти програму, а запроектовані кілька разів власні індивідуальні знаки, - вільно володіти функціоналом програми і виробити для себе правила і порядок проектування знаків. Серед переваг програми також слід відзначити той факт, що інженеру-проектувальнику надається можливість запроектувати безліч різних варіантів знаків, зберегти їх в бібліотеці готових знаків і надалі на їх основі створювати нові.

### 3.2. Опис модуля автоматичного розміщення фігур на плівці

Головною функцією програми PlotCalc є автоматичне розміщення фігур на плівці, аркуші. Дане завдання зазвичай забирає навіть у досвідченого дизайнера величезна кількість часу, тому що дизайнеру доводиться самостійно шукати оптимальний варіант розміщення. PlotCalc здатний оптимально розмістити сотні і навіть тисячі фігур всього за кілька секунд одним натисненням на кнопку. Ця функція програми є найбільш цінною і корисною, оскільки економиться не тільки час але й зменшується витрата матеріалів.

Опис програми PlotCalc.

Для відображення панелі інструментів після установки програми вам необхідно виконати наступне:

Інструменти >> Visual Basic >> Додавання >> PlotCalc або для англійської версії Corel Tools >> Visual Basic >> Add-ins >> PlotCalc.

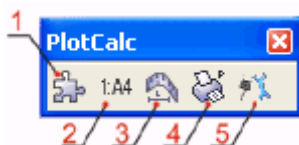


Рис.3.12. Панель інструментів PlotCalc в CorelDraw

Якщо ви бажаєте щоб панель інструментів автоматично з'являлася при кожному запуску вашого CorelDRAW то натисніть на:

Інструменти >> Опції .. >> VBA >> і відключіть галочку "Затримка завантаження VBA" або для англійської версії Corel Tools >> Options .. >> VBA >> і відключіть галочку "Delay Load VBA"

### 1. Компактне розміщення графічних фігур на аркуші (на плівці)

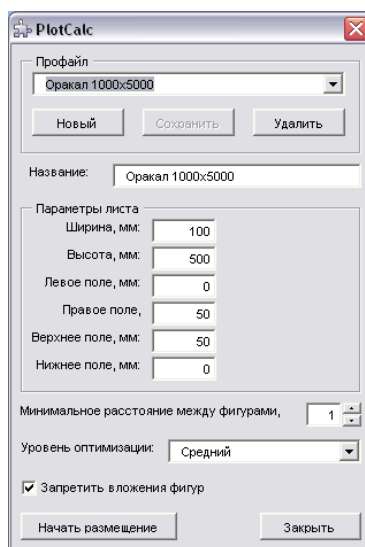


Рис.3.13. Діалогове вікно для компактного розміщення графічних фігур на аркуші

Після виділення групи фігур і натискання на кнопку викликає цю функцію з'являється таке вікно (рис.3.13.).

#### Профайл

У верхній частині вікна (Профайл) ви зможе вибрати, змінювати, створювати, видаляти файли налаштувань оптимізації.

## **Параметри листа**

Тут вказуються параметри листа, тобто ширина, висота, межі. Максимальна висота і ширина листа не повинна перевищувати 15000мм. Якщо не можна розмістити на одному аркуші кількість фігур яке ви задали, то програма створить додатковий лист (також як створює додаткову сторінку ваш текстовий редактор при надлишку тексту)

## **Рівень оптимізації**

Ви можете вибрати один з п'яти рівнів оптимізації, який впливає на якість розміщення. На практиці рекомендується використовувати 1,2,3 рівні, тому що ці рівні сприяють значно більш швидкому розміщенню фігур на аркуші, ніж 4,5, тоді як виграш в залишках на 4,5 рівні зазвичай становить 10-50мм. Для зменшення кількості відходів матеріалу рекомендуємо розміщувати на одному аркуші велика кількість різних фігур.

## **Мінімальна відстань між фігурами**

Цей параметр задається для того щоб унеможливити розміщення фігур ближче ніж зазначено. Наприклад при розміщенні фігур на плівці Оракал досить 1-2мм, а при створенні карти розкрою для акрилу 30-50мм.

## **Дозволити вкладення фігур**

Опція дає право програмі PlotCalc розміщувати фігури всередині більшої замкнутої фігури. На продуктивність ця опція практично не впливає.

## **2. Створення схем в масштабі 1: A4**

Після виділення макета і натискання на цю кнопку програма створить і відобразить схему вашого макета в автоматично обраному масштабі із загальноприйнятих так щоб схема помістилася на аркуш формату A4.

## **3. Вимірювання довжини кривих ліній в CorelDraw**

Функція дозволяє вимірювати довжину кривих ліній в CorelDRAW.

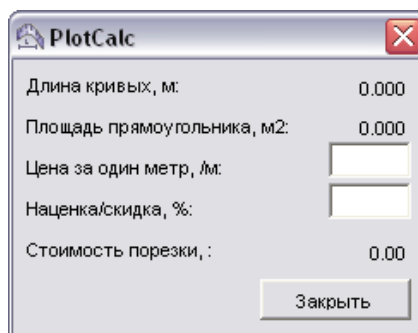


Рис.3.14. Діалогове вікно для вимірювання довжини кривих ліній в CorelDRAW

Для вимірювання довжини кривих досить виділити групу об'єктів (це можуть бути згруповані тексти, фігури і фігурні текст не конвертовані в криві)

Програма має абсолютну точність розрахунку, тому що вимірює безпосередньо довжину кривих Безьє, а не безліч коротких прямих відрізків.

Після розрахунку довжини кривих ви також зможете при необхідності підрахувати вартість порізки на плоттері, для цього достатньо вказати ціну за один метр і встановити відсоток знижки (зі знаком мінус) або надбавки до вартості.

#### 4. Висновок на плоттер з CorelDraw і оптимізація послідовності різання

Після натискання на цю кнопку програма PlotCalc підготує вашу карту розкрою до порізки. Всі фігури будуть конвертовані в криві Безьє, програма прибере заливку фігур і викличе стандартне вікно для виведення на друк (на порізку). По завершенню порізки програма поставить позначку (хрестик), яка буде свідчити про те що дана карта розкрою уже порізана.

Таке ви побачите в CorelDRAW після порізки:



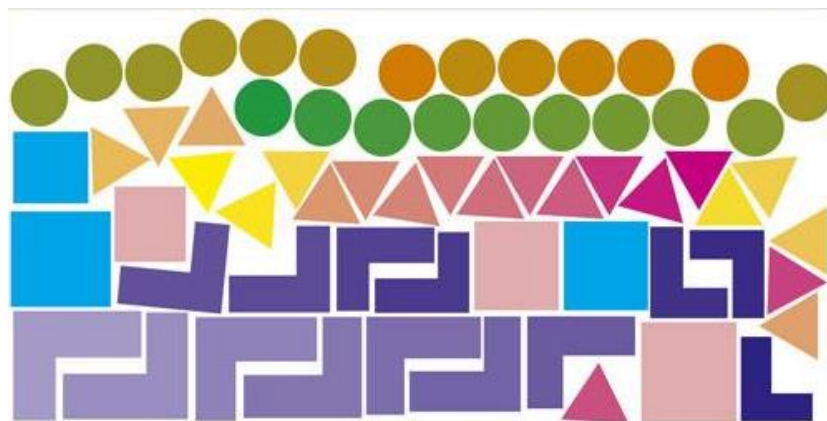


Рис.3.15. Оптимізація розміщення фігур на аркуші

В налаштуваннях PlotCalc для плоттера ви можете включити оптимізацію послідовності різання, для цього натисніть на Про програму >> Налаштування >> Плоттер і включіть відповідну опцію.

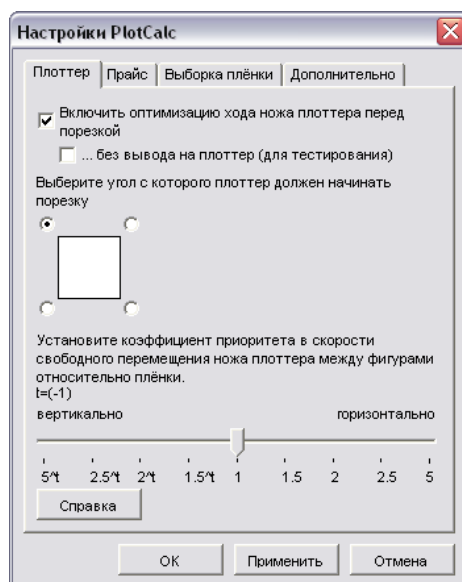


Рис.3.16. Діалогове вікно настройки плоттера

Виберіть кут початку різання, кликнувши на одну з опцій по кутах білого квадрата, виберіть пріоритет швидкості переміщення ножа для вертикального або горизонтального.

Коефіцієнт пріоритету дорівнює одиниці вказує на рівнозначне переміщення, якщо встановити такий коефіцієнт, то при включеному режимі для тестування ви побачите після натискання на кнопку друк для виділених фігур, наприклад, для кіл подібний малюнок:

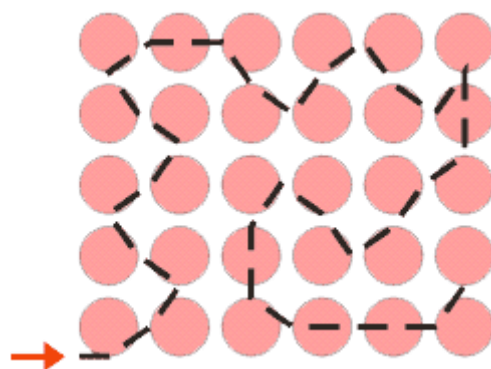


Рис.3.17. Коефіцієнт пріоритету дорівнює одиниці

Якщо ж коефіцієнт пріоритету перевищує одиницю, тоді малюнок буде таким:

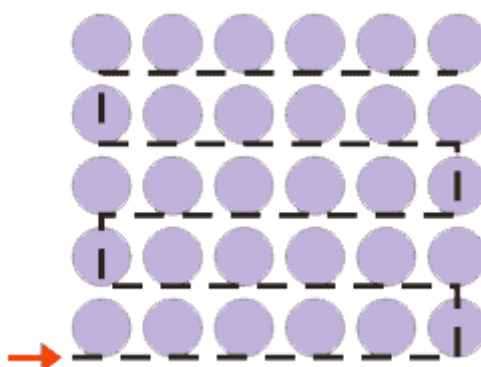


Рис.3.18. Коефіцієнт пріоритету перевищує одиницю

І навпаки для коефіцієнта менше одиниці:

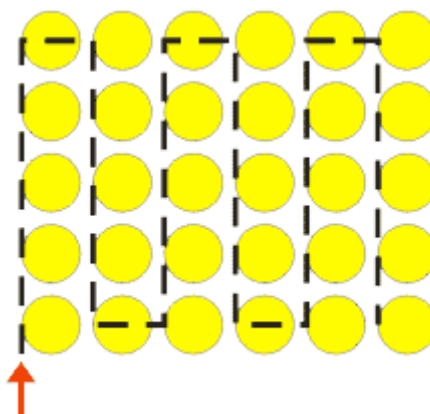


Рис.3.19. Коефіцієнт пріоритету менше одиниці

При вимкненому режимі для тестування і натисканні на кнопку друк показана пунктирна лінія буде вказувати шлях для переміщення ножа плотера між фігурами, а також вказувати початкову точку різання для кожної фігури.

Правильна установка коефіцієнта пріоритету в швидкості дозволить програмі PlotCalc знаходити не тільки найкоротший шлях, але і шлях по якому ніж переміщається швидше.

### **3.3. Висновки до розділу**

В цьому розділі розглядається розробка та реалізація програмного модуля автоматизованої підготовки дорожніх знаків в CorelDraw на мові VBA. Послідовно описується розроблені модулі автоматичного розміщення фігур на плівці, наводяться приклади їх виконання, описуються реалізовані процедури і функції.

## ВИСНОВКИ

В магістерській роботі було розглянуто автоматизацію розробки та виготовлення знаків дорожнього руху.

У даній роботі були розглянуті дорожні знаки, які поділяються на сім груп (категорій):

1. Попереджувальні знаки.
2. Знаки пріоритету.
3. Заборонні знаки.
4. Розпорядчі знаки.
5. Інформаційно-вказівні знаки.
6. Знаки сервісу.
7. Таблички до дорожніх знаків.

Кожна група знаків мають різну форму, окантовку, фон і малюнок.

Був проведений порівняльний аналіз систем автоматизованого проектування дорожніх знаків таких як: САПР CAD CREDO, САПР AT Robur, САПР AT GIP, САПР AT PLATEIA, PYTHAGORAS, САПР AT MX Road, САПР AT IndorCAD / Road, IndorDraw, IndorRoadSign, ZNAK 4.4.

З огляду на вимоги, що пред'являються до макету під порізку на плотері була обрана програма для роботи з векторною графікою CorelDraw як середовище розробки і мова програмування VBA. В ході роботи були вивчені і проаналізовані технологічні можливості програми CorelDraw.

Також досліджені та проаналізовані алгоритми розкрою листового прокату на різні заготовки складної форми. Практична цінність вирішення цієї проблеми обумовлена постійною потребою скоротити часові витрати і кількість відходів при розкрою листового матеріалу на заготовки, що важливо для зниження витрат у виробництві дорожніх знаків. У вивченні завдання оптимального розміщення геометричних об'єктів можна виділити два тісно пов'язаних один з одним напрямку. Перше можна визначити як створення і розвиток формального математичного апарату, і побудова єдиних підходів до вирішення даного класу задач. Другий напрямок полягає в розробці

практичних моделей та оптимізаційних методів для побудови оптимальних розміщень в конкретних випадках.

Підсумком дослідження стала розробка програмного модуля для автоматизації проектування дорожніх знаків в CorelDraw X3, який створює креслення з оптимально розміщеними графічними фігурами на аркуші задовольняє вимогам до макету під порізку на плотері. Серед переваг програми слід відзначити той факт, що інженеру-проектувальнику надається можливість запроектувати безліч різних варіантів знаків, зберегти їх в бібліотеці готових знаків і надалі на їх основі створювати нові.

До недоліків програмного модуля можна віднести той факт, що не був реалізований алгоритм оптимального розміщення геометричних об'єктів складної форми описаний у другому розділі, а була взята готова програма PlotCalc.

В якості перспектив даної роботи планується доопрацювання функціональності створеного модуля і подальша реалізація системи автоматизації проектування дорожніх знаків.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматы и разумное поведение/Амосов Н. М., Касаткин А. М., Касаткина Л. М., Талаев С. А. Киев: Наукова думка, 1973. 376 с.
2. Андрианов В. И. Самое главное о... CorelDRAW. – СПб.: Питер, 2004. – 127 с.
3. Анцыпа В. А. Растровые и векторные графические изображения // Информатика и образование. – 2005. - № 7. – С. 56-62.
4. Анцыпа В. А. Растровые и векторные графические изображения // Информатика и образование. – 2005. - № 8. – С. 56-63.
5. Бабаев Ф. В. Автоматизация процесса составления карт раскроя.— Приборы и системы управления, 1972, № 6, с. 7—10.
6. Бабаев Ф. В. Автоматизация составления карт раскроя листового проката для газорезущих машин. — Механизация и автоматизация производства, 1977, № 3, с. 35—38.
7. Бабаев Ф. В. Автоматическая оптимизация одномерного и двумерного раскроя. — Приборы и системы управления, 1974, № 17, с. 5 - 8.
8. Бабаев Ф. В. Математическое обеспечение АСУП на предприятиях машиностроения. — В кн.: Технология производства, научная организация труда и управления. М.: НИИМАШ, 1972, вып. 10, с. 43—49.
9. Бабаев Ф. В. Раскрой листового материала с помощью ЭВМ. — Сварочное производство, 1970, № 7, с. 20—22.
10. Бабаев Ф. В. Рациональный раскрой листа на детали сложных геометрических конфигураций в условиях индивидуального и мелкосерийного производства. — Сварочное производство, 1967, № 1, с. 12—14.
11. Бабаев Ф. В. Система централизованного раскроя с помощью ЭВМ в условиях единичного и мелкосерийного производства. — В кн.: Оперативное управление производством. М.: Наука, 1971, с. 135—141.

- 12.Бабаев Ф. В. Эвристические методы в задачах раскроя. — В кн.: Рациональный раскрой материалов с использованием ЭВМ и математических методов. М.: ГВЦ Госснаб СССР, 1976, с. 38—41.
- 13.Балухта К. В. Учимся рисовать на компьютере. — М.: Эксмо, 2005. — 384 с.
- 14.Белякова Л. Б., Рябина Н. О. Проектирование на ЭВМ оптимального раскроя заготовок при листовой штамповке сложных форм. — Кузнечно-штамповочное производство, 1977, № И, с. 25—28.
- 15.Болтянский В. Г., Гохберг И. Ц. Разбиение фигур на меньшие части. М.: Наука, 1971. 88 с.
- 16.Болтянский В. Г., Гохберг И. Ц. Теоремы и задачи комбинаторной геометрии. М.: Наука, 1965. 108 с.
- 17.Валеева А.Ф. Алгоритм прямоугольной упаковки и его применение к задаче фигурного раскроя // Тр. Междунар. конф. по прикладной и индустриальной математике. Новосибирск: ИМ СО РАН, 1994. Т. 2. С. 47—57.
- 18.Гарнаев А.: Самоучитель VBA. Технология создания пользовательских приложений.
- 19.Гетц Кен, Джилберт Майк: Программирование в Microsoft Office. Полное руководство по VBA.
- 20.Зоммер В., AutoCAD 2008: Руководство чертежника, конструктора, архитектора. М: «Бином», 2008.
- 21.Кобылкин А. М., Стоян Ю. Г., Шишкин В. Н. Применение ЭВМ при составлении планов раскроя заготовок произвольной формы. — Вестник машиностроения, 1973, № 7, с. 63—65.
- 22.Ковтанюк Ю.С. Corel Draw 12: официальная русская версия. Руководство пользователя. Киев: «МК-Пресс», 2006.
- 23.Кравченко В. Программирование. Компьютерное моделирование движения тел. Учебно-исследовательская работа. Кунгур, 2005. с. 30.

24. Куприянов Н. И. Рисуем на компьютере: Word, Photoshop, CorelDRAW, Flash. – СПб.: Питер, 2005. – 128 с.
25. Махнач Г. В., Ракович А. Г. Алгоритм распознавания пересеченных плоских областей, ограниченных контурами из отрезков прямых и дуг окружностей.— В кн. Вычислительная техника в машиностроении. Минск; ИТК АН БССР, сентябрь, 1969, с. 36—42.
26. Миронов Д., Corel Draw X3: учебный курс. СПб: «Питер», 2006.
27. Мухачева Э.А., Валеева А.Ф. Метод динамического перебора в задаче двумерной упаковки // Информационные технологии. 2000. №. 5. С. 30—37.
28. Мухачева Э.А., Верхотуров М.А., Мартынов В.В. Модели и методы расчета раскроя упаковки геометрических объектов. Уфа: УГАТУ, 1999. 217 с.
29. Рвачев В. Л. Геометрические приложения алгебры логики. Киев: Техника, 1967. 212 с.
30. Роджерс К. А. Укладка и покрытия. М.: Мир, 1968. 134 с.
31. Санна П.: Visual Basic для приложений. Версия 5.
32. Стоян Ю.Г., Гиль Н.И. Методы и алгоритмы размещения плоских геометрических объектов. Киев: Наук. думка, 1976. 247 с.
33. Стоян Ю.Г., Соколовский В.З. Решение некоторых многоэкстремальных задач методом сужающихся окрестностей. Киев: Наук. думка, 1980. 206 с.
34. Стоян Ю.Г., Яковлев С.В. Математические модели и оптимизационные методы геометрического проектирования. Киев: Наук. думка, 1986. 268 с.
35. Ткачев Д.А. AutoCAD 2007: самоучитель. СПб: «Питер», 2007.
36. Тот Л. Расположения на плоскости, на сфере и в пространстве. М.: Физматгиз, 1958. 363 с.
37. Федоров А. В. CorelDRAW. Экспресс-курс. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.

- 38.Хадвигер Г., Дебруннер Г. Комбинаторная геометрия плоскости. М.: Наука, 1965. 171 с.
- 39.Штайнер Гюнтер:VBA 6.3.
- 40.Яглом Н. М. Как разрезать квадрат? М.; Наука, 1968. 112 с.
- 41.Heesch H. Regulares Parkettierungs problem. — Arbeitsgemeinschaft fur Forschung des Landes Nordrhein—Westfalen. Heft 172, 1968.
- 42.Heragu S.S., Alfa A.S. Experimental analysis of simulated annealing based algorithms for the layout problem // Europ. J. Operational Res. 1992. Vol. 57. P. 190–202.
- 43.Lamousin H., Waggenspack W. Nesting of two-dimensional irregular parts using a shape reasoning heuristic // Computer-Aided Design. 1997. Vol. 29, N. 3. P. 221–238.
- 44.Mukhacheva E.A., Zalgaller V.A. Linear programming cutting problems // Intern. J. of Software Engineering and Knowledge Engineering. 1993. Vol. 3, N 4. P. 463–476.
- 45.Ramesh Babu A., Ramesh Babu N. A generic approach for nesting of 2-D parts in 2-D sheets using genetic and heuristic algorithms // Computer-Aided Design. 2001. Vol. 33. P. 879–891.

## ДОДАТОК

Лістинг коду модуля автоматизованого проектування дорожніх знаків.

```
Dim ms(1 To 11) As String
Dim ms1(1 To 11) As String
Dim ms2(1 To 11) As String
Private Sub CommandButton1_Click()
Dim h As Integer
Dim w As Integer
On Error GoTo err1_2
If Trim(TextBox1.Text) <> "" And Trim(TextBox2.Text) <> "" And
TextBox1.Value > 0 And TextBox2.Value > 0 Then
w = TextBox1.Value
h = TextBox2.Value
If h > 0 And w > 0 Then
ActiveDocument.MasterPage.SizeHeight = h / 25.4
ActiveDocument.MasterPage.SizeWidth = w / 25.4
With ActiveDocument.MasterPage
.Orientation = cdrLandscape
.PrintExportBackground = True
.Bleed = 0#
.Background = cdrPageBackgroundNone
End With
'ActiveWindow.ActiveView.SetViewPoint 159.451402, 20.153827, 118
' ActivePage.SetSize 318.897638, 40.314961
' With ActivePage
' .Orientation = cdrLandscape
' .PrintExportBackground = True
' .Bleed = 0#
' .Background = cdrPageBackgroundNone
' End With
```

```

ms1(2) = TextBox1.Value
ms1(3) = TextBox2.Value
ms1(1) = TextBox4.Value
ms1(4) = TextBox5.Value
ms1(5) = TextBox7.Value
ms1(6) = TextBox8.Value
ms1(7) = TextBox9.Value
'Label119.Caption = ms1(10)
ms1(10) = ScrollBar1.Value
'FileSystem.Seek
Open "C:\PlotCalc\Profiles\Profile-s1.ini" For Output As #2
Dim i As Integer
i = 1
    Do While i <= 11
        ms2(i) = ms2(i) + Trim(ms1(i))
        Print #2, ms2(i)
        i = i + 1
    Loop
    Close #2
Me.Hide
UserForm8.show
Else
f = MsgBox("Пожалуйста, введите размер листа в мм")
End If
Else
f = MsgBox("Пожалуйста, введите размер листа в мм")
End If
GoTo noerr2
err1_2:
f = MsgBox("Пожалуйста, введите размер листа в мм")

```

```

noerr2:
On Error GoTo 0
End Sub

Private Sub CommandButton2_Click()
Me.Hide
UserForm8.show
End Sub

Private Sub CommandButton3_Click()
i = 370 - 135
If CommandButton3.Caption = "Скрыть" Then
    CommandButton3.Caption = "Дополнительно"
Frame7.Visible = False
UserForm10.Top = UserForm10.Top + i / 2
UserForm10.Height = UserForm10.Height - i
Frame4.Height = Frame4.Height - i
Frame6.Top = Frame6.Top - i
Else
    UserForm10.Top = UserForm10.Top - i / 2
    UserForm10.Height = UserForm10.Height + i
    Frame4.Height = Frame4.Height + i
    Frame6.Top = Frame6.Top + i
    Frame7.Visible = True
    CommandButton3.Caption = "Скрыть"
End If
End Sub

Private Sub ScrollBar1_Change()
Label119.Caption = ScrollBar1.Value
End Sub

Private Sub UserForm_Activate()
' open file

```

```

' C:\PlotCalc\Profiles\Profile-s1.ini
'FileSystem.Seek
Open "C:\PlotCalc\Profiles\Profile-s1.ini" For Input As #1
'Dim ms(1 To 11) As String
Dim i As Integer
'Dim ms1(1 To 11) As String
'Dim ms2(1 To 11) As String
i = 1
    Do While Not EOF(1) Or i <= 11
        Line Input #1, ms(i)
        ms(i) = Trim(ms(i))
        i = i + 1
    Loop
Close #1
i = 1
    Do While i <= 11
ms1(i) = Mid(ms(i), InStr(1, ms(i), "=") + 1)
        ms2(i) = Mid(ms(i), 1, InStr(1, ms(i), "="))
        i = i + 1
    Loop
TextBox1.Value = ms1(2)
TextBox2.Value = ms1(3)
TextBox4.Value = ms1(1)
TextBox5.Value = ms1(4)
TextBox7.Value = ms1(5)
TextBox8.Value = ms1(6)
TextBox9.Value = ms1(7)
Label119.Caption = ms1(10)
ScrollBar1.Value = ms1(10)
'Set fs = CreateObject("C:\PlotCalc\Profiles\Profile-s1.ini")

```

```
'Set a = fs.CreateTextFile("c:\testfile.txt", False)
End Sub
Private Sub UserForm_Initialize()
End Sub
Private Sub UserForm_QueryClose(Cancel As Integer, CloseMode As
Integer)
Cancel = 1
Me.Hide
UserForm8.show
End Sub
```