



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52678 (13) C2

(51) 7 G06K9/00, G06K9/58, G06K9/52

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ СИМЕТРИЧНОСТІ ЗОБРАЖЕНЬ ОБ'ЄКТІВ

1

2

(21) 99021033

(22) 23 02 1999

(24) 15 01 2003

(46) 15 01 2003, Бюл. № 1, 2003 р.

(72) Буда Антоніна Геронівна, Мартинюк Тетяна Борисівна, Кожем'яко Андрій Вікторович, Андрущенко Володимир Іванович, Буда Сергій Анатолійович

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(56) Авторское свидетельство СССР № 1381551, М кл. G06K 11/00, 1988

UA № 3741, М кл. G06K 9/58, G06K 9/52, 1994

(57) Пристрій для розпізнавання симетричності зображень об'єктів, що містить перший блок зміщення зображення, оптичний вхід якого є інформаційним входом пристрою, блок повороту зображення, другий блок зміщення зображення, перший та другий мультиплікатори світлового потоку, послідовно розміщені на одній оптичній осі з першим та другим блоками зміщення зображення, перший та другий формувачі сигналів статичних моментів, що містять блок заміни комплектів тінювих бінарних масок, першу та другу n-і пари оптичних перетворювачів, першу та другу n-і пари фотоприймачів, перший та другий вагові суматори, блок віднімання і блок узгодження, блок керування, причому перші n-і оптичні виходи блока заміни комплектів тінювих бінарних масок сполучені з входами відповідно першої n-і пари оптичних перетворювачів, виходи оптичних перетворювачів першої та другої n-х пар з'єднані з входами відповідних фотоприймачів, виходи перших та других фотоприймачів усіх пар підключені до відповідних входів відповідно першого та другого вагових суматорів, виходи яких з'єднані зі входами підсумування та віднімання блока віднімання, вихід якого підключений до входу блока узгодження, виходи блоку узгодження першого та другого формувачів сигналів статичних моментів з'єднані з першою та другою групами керуючих входів блока керування, перша та друга групи входів якого підключені до одноіменних груп керуючих входів першого блока зміщення зображення, третя - п'ята групи входів підключені відповідно до першої та другої груп керуючих входів другого блока зміщення зображення та керуючих входів блока повороту зображення, перший та другий виходи світлоподільника

оптично зв'язані зі входами першого та другого мультиплікаторів світлового потоку, перші n-і виходи яких оптично зв'язані з одноіменними інформаційними входами блоків заміни комплектів тінювих бінарних масок першого та другого формувачів сигналів статичних моментів, який відрізняється тим, що в блок заміни комплектів тінювих бінарних масок кожного формувача сигналів статичних моментів введені додаткові комплекти тінювих бінарних масок, керуючі виходи та керуючі входи блоків заміни комплектів тінювих бінарних масок першого та другого формувачів сигналів статичних моментів підключені відповідно до першого та другого керуючих входів та першої і другої груп керуючих виходів блока керування, вхід запуску, встановлювальні входи та виходи якого є одноіменними входами та виходами пристрою, а блок керування включає в себе пристрій мікропрограмного керування, пристрій фіксації зміщень вздовж осей X та Y і пристрій фіксації класів та підкласів симетричних об'єктів, причому пристрій мікропрограмного керування (ПМПК) блока керування містить програмований постійний пристрій запам'ятовування (ППЗ), регістр, п'ять дешифраторів, генератор тактових імпульсів, два RS-тригери, логічний елемент 2I-АБО-НІ, елемент НІ, три блоки елементів 2I-НІ, елемент І, причому вхід запуску пристрою з'єднаний з S-входом першого тригера і входом обнулення регістру, прямий вихід першого тригера з'єднаний з першим входом елемента І, другий вхід якого підключений до виходу генератора тактових імпульсів, а вихід - до входу тактових сигналів регістру, інверсний вихід першого тригера з'єднаний з четвертим виходом блока керування, інформаційні входи ППЗ з першого по п'ятий з'єднані з відповідними виходами третього блока елементів 2I-НІ, а інформаційні виходи з першого по двадцять шостий - з відповідними інформаційними входами регістру, у якого інформаційні виходи з першого по дванадцятий з'єднані з відповідними інформаційними входами дешифраторів з першого по четвертий, інформаційні виходи з тринадцятого по шістнадцятий з'єднані з відповідними інформаційними входами п'ятого дешифратора, а інформаційні виходи з сімнадцятого по двадцять шостий з'єднані з першими входами першого та другого блоків елементів 2I-НІ, другі входи першого блока елементів 2I-

(13) C2

(11) 52678

(19) UA

НІ підключені до виходу елемента 2I-АБО-НІ, що через елемент НІ з'єднаний з другими входами другого блока елементів 2I-НІ, а виходи першого та другого блоків елементів 2I-НІ з'єднані з відповідними входами третього блока елементів 2I-НІ, два керуючих входи п'ятьох дешифраторів підключені до шини нульового потенціалу пристрою, а виходи п'ятого дешифратора з першого по десятій з'єднані з другою групою входів елемента 2I-АБО-НІ, перша група входів якого з першого по шостий вхід з'єднана відповідно з першим та другим входами та входами першої та другої групи керуючих входів блока керування, сьомий та восьмий входи - з першим та другим керуючими входами ПМПК, дев'ятий вхід - з інверсним виходом другого тригера, а десятій вхід - з третім виходом блока керування, виходи дешифраторів з першого по четвертий є відповідними виходами ПМПК з першого по двадцять третій, причому шостий вихід четвертого дешифратора з'єднаний з R-виходом першого тригера, а перший вихід першого дешифратора і другий вихід четвертого дешифратора підключені відповідно до R-виходу та S-виходу другого тригера, пристрій фіксації зміщень вздовж осей X та Y (ПФЗ) блока керування містить шість лічильників, дешифратор, два оперативних пристрої запам'ятовування (ОПЗ), два елементи НІ, дві групи по K елементів АБО, елемент АБО, причому інформаційні входи першого та другого лічильників з'єднані відповідно з k-розрядним шостим та l-розрядним сьомим входами блока керування, інформаційні входи третього та п'ятого лічильників підключені до n-розрядного четвертого входу блока керування, а інформаційні входи четвертого та шостого лічильників - до m-розрядного п'ятого входу блока керування, причому  $k = \log_2 K$ ,  $l = \log_2 L$ ,  $n = \log_2 N$ ,  $m = \log_2 M$ , де K - число комплектів масок,  $L = 90^\circ / \Delta\phi$ ,  $\Delta\phi$  - крок повороту,  $N \times M$  - розмірність інформаційного поля, причому інформаційні k-розрядні виходи першого лічильника підключені до першої та другої груп керуючих входов блоку керування, інформаційні l-розрядні виходи другого лічильника - до п'ятої групи входов блоку керування, інформаційні n-розрядні виходи третього та п'ятого лічильників - до першої та третьої групи входов блоку керування, інформаційні m-розрядні виходи четвертого та шостого лічильників - до другої та четвертої груп входов блоку керування, інверсні виходи першого і другого лічильників через перший та другий елементи НІ з'єднані з першим та другим керуючими входами ПМПК блока керування, виходи K кристалів першого і другого ОПЗ об'єднані в  $(K \times n)$  та  $(K \times m)$ -розрядні шини і підключені відповідно до першого та другого інформаційних входов ПФЗ блока керування, входи обнулення лічильників з першого по четвертий з'єднані з першим входом ПФЗ, входи обнулення п'ятого та шостого лічильників підключені до входов елемента АБО, входи якого з'єднані з першим

та сімнадцятим входами ПФЗ, входи  $\overline{PE}$  першого та другого лічильників з'єднані відповідно зі другим і десятим входами ПФЗ, входи  $\overline{PE}$  третього та четвертого лічильників підключені до третього входу ПФЗ, входи  $\overline{PE}$  п'ятого та шостого лічиль-

ників - до четвертого входу ПФЗ, входи підсумовування першого та другого лічильників підключені до шини нульового потенціалу пристрою, входи підсумовування лічильників з третього по шостий з'єднані відповідно з п'ятим, сьомим, одинадцятим та тринадцятим входами ПФЗ, входи віднімання лічильників з першого по шостий з'єднані відповідно з дев'ятим, шістнадцятим, шостим, восьмим, дванадцятим та чотирнадцятим входами ПФЗ, інформаційні виходи першого лічильника з'єднані з інформаційними входами дешифратора, керуючі входи якого підключені до шини нульового потенціалу, а інверсні виходи з першого по K-й з'єднані

відповідно з входами  $\overline{CS}$  K кристалів першого і другого ОПЗ, адресні входи яких підключені до інформаційних входов другого лічильника, а входи

$\overline{WE}$  - до входов відповідних першої та другої груп елементів АБО, інверсний вхід яких з'єднаний з п'ятнадцятим входом ПФЗ, а прямий вхід - з вісімнадцятим входом ПФЗ, інформаційні входи першого ОПЗ з'єднані з інформаційними входами п'ятого лічильника, а інформаційні входи другого ОПЗ - з інформаційними входами шостого лічильника, входи ПФЗ з першого по вісімнадцятий з'єднані з відповідними з першого по вісімнадцятий виходами ПМПК, причому пристрій фіксації класів та підкласів симетричних об'єктів (ПФКІП) блока керування містить дві групи по K схем порівняння, два лічильники, два реєстри, два дешифратори, дві схеми перевірки на парність, чотири тригери, дванадцять елементів І, два елементи І-НІ, два елементи АБО-НІ, елемент НЕРІВНОЗНАЧНІСТЬ, два елементи НІ, причому входи першої групи схем порівняння першої і другої групи підключені відповідно до входов першої і другої групи ПФЗ, а входи другої групи - до шини нульового потенціалу пристрою, входи схем порівняння першої групи з'єднані з входами першого елемента І, вихід якого підключений до першого входу другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом першого тригера, а вихід - з D-виходом першого тригера і через перший елемент НІ з входом ЕО першої схеми перевірки на парність, крім того вихід другого елемента І з'єднаний з входами DSR та SO першого реєстру, входом ЕЕ першої схеми пе-

ревірки на парність і входом  $\overline{PE}$  та входом віднімання першого лічильника, виходи схем порівняння другої групи з'єднані з входами третього елемента І, вихід якого підключений до першого входу четвертого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом другого тригера, а вихід - з D-виходом другого тригера та через другий елемент НІ з входом ЕО другої схеми перевірки на парність, крім того вихід четвертого елемента І з'єднаний з входами DSR і SO другого реєстру, входом ЕЕ другої схеми перевірки на парність і

входом  $\overline{PE}$  та входом віднімання другого лічильника, тактовий вхід, встановлювальний вхід "0" та S-вхід першого та другого тригерів з'єднані відповідно з третім, першим і другим входами ПФКІП, причому прямі входи першого та другого тригерів з'єднані з входами елемента НЕРІВНОЗНАЧНІСТЬ, першого елемента АБО-НІ і п'ятого

елемента I, інверсний вихід першого тригера з'єднаний з другим входом дванадцятого елемента I, а інверсний вихід другого тригера - з другим входом десятого елемента I, входи DSR та S0 першого та другого регістрів підключені до шини нульового потенціалу пристрою, тактовий вхід з'єднаний з четвертим входом ПФКІП, а встановлювальний вхід в "0" - з відповідним виходом старшого розряду регістру, причому інформаційні виходи першого та другого регістрів підключені до інформаційних входів першої та другої схем перевірки на парність відповідно, виходи  $\sum^E$  парності яких з'єднані з другим і третім входами сьомого елемента I, а виходи  $\sum^O$  непарності - з другим та третім входами восьмого елемента I, встановлювальний вхід в "0" і вхід підсумовування першого та другого лічильників підключені відповідно до першого та четвертого входів ПФКІП, а інформаційні виходи з'єднані з інформаційними входами першого та другого дешифраторів відповідно, входи E та E1 яких підключені до шини нульового потенціалу пристрою, інверсні виходи першого та другого розрядів першого дешифратора з'єднані з входами першого елемента I-НІ, інверсні виходи першого і другого розрядів другого дешифратора - з входами другого елемента I-НІ, інверсні виходи (L-1)-х розрядів першого та другого дешифраторів підключені до другого та третього входів другого

елемента АБО-НІ, а інверсні виходи (L-2)-х розрядів - до інверсних входів одинадцятого та дев'ятого елементів I відповідно, встановлювальний вхід в "0" та тактовий вхід третього і четвертого тригерів підключені відповідно до першого та п'ятого входів ПФКІП, а D-входи - до виходів елемента НЕРІВНОЗНАЧНІСТЬ та п'ятого елемента I відповідно, прямий вихід четвертого тригера підключений до першого виходу блока керування, до перших входів шостого, сьомого і восьмого елементів та до інверсного входу другого елемента АБО-НІ, вихід якого з'єднаний з п'ятим виходом блока керування, другий і третій входи шостого елемента I підключені до виходів обох елементів I-НІ, виходи шостого, сьомого і восьмого елементів I підключені відповідно до шостого, сьомого і восьмого виходів блока керування, прямий вихід третього тригера з'єднаний з другим виходом блока керування і з першими входами елементів I з дев'ятого по дванадцятий, вихід першого елемента АБО-НІ підключений до третього виходу блока керування, а виходи дев'ятого та одинадцятого елементів I - до десятого та дев'ятого виходів блока керування відповідно, а також до інверсних входів десятого та дванадцятого елементів I, виходи яких з'єднані з дванадцятим та одинадцятим виходами блока керування, крім того п'ять входів ПФКІП з'єднані з першим, дев'ятнадцятим, двадцять першим, двадцять другим та двадцять третім виходами ПМПК

Винахід відноситься до області автоматичної та обчислювальної техніки і може бути використаний для обробки зображень в системах керування та системах технічного зору промислових роботів

Відомий пристрій для центрування зображень, що входить в рецепторний пристрій для розпізнання зображень (Г.П. Шибанов Распознавания в системах автоконтроля М, Машиностроение, 1973, с 98-103), що містить фотоприймальну сітчатку та два ідентичних блоки визначення статичних моментів частин зображення, входи яких з'єднані з виходами сітчатки, кожний з блоків містить матрицю дільників, вхід якої є входом блока, виходи з'єднані з входами першого та другого суматорів, до виходів яких підключені входи блока порівняння, вихід якого з'єднаний з входом блока керування, до якого підключена сітчатка. Недоліками цього пристрою є складність, зумовлена виділенням контуру зображень та виконанням обчислень, обмежені функціональні можливості, оскільки пристрій не дозволяє розпізнати зображення за ознаками симетричності відносно осі та центру, низька швидкість, зв'язана з витратами часу для опитування осередків сітчатки, низька точність

Відомий пристрій для центрування зображень (а с 1381551 МКІ G 06 K 11/00, БІ N 10, 1988), що містить блок проєкціювання, блоки формування сигналів статичних моментів, блок керування, світлоподільний блок, вхід якого зв'язаний з виходом блока проєкціювання, а оптичні виходи зв'язані з входами блоків формування сигналів стати-

чних моментів зображення, кожний з яких містить диференціальний підсилювач та оптично зв'язаний оптичний фільтр з лінійним коефіцієнтом пропускання, оптичний перетворювач, виконаний у вигляді 2-х пірамідальних фокопів, та фотоприймачі, виходи яких підключені до входів диференціального підсилювача, виходи диференціальних підсилювачів блоків формування сигналів статичних моментів зображень підключені до входів сигналів узгодження блока керування, виходи яких з'єднані з керуючими входами блока проєкціювання. Однак для цього пристрою характерні низька точність, зв'язана з застосуванням фільтру з коефіцієнтом пропускання, що лінійно залежить від розміру апертури та обмежені функціональні можливості, оскільки пристрій не дозволяє селектувати зображення за ознаками симетричності

Найбільш близьким до запропонованого є пристрій для здійснення засобу розпізнання симетричності зображень об'єктів (патент України N 3741, N 6 - 1, 1994), що містить перший блок зміщення зображень, оптичний вхід якого є інформаційним входом пристрою, послідовно розміщені на одній оптичній осі блок повороту зображення, другий блок зміщення зображення, перший та другий мультиплікатори світлового потоку, перший та другий формувачі сигналів статичних моментів, блок керування, а кожний із формувачів сигналів включає блок заміни комплектів тінювих бінарних масок, першу та другу n-і пари оптичних перетворювачів, першу та другу n-і пари фотоприймачів,

блок узгодження, перший та другий блоки вагового підсумовування, причому перші -  $n$ -і оптичні виходи блока заміни комплектів тінювих бінарних масок спряжені зі входами відповідно першої -  $n$ -ї пари оптичних перетворювачів, виходи оптичних перетворювачів першої та другої  $n$ -х пар з'єднані зі входами відповідних фотоприймачів, виходи перших та других фотоприймачів усіх пар підключені до відповідних входів відповідно першого та другого вагових суматорів, виходи яких з'єднані з входами підсумовування та віднімання блока віднімання, вихід якого підключений до входу блока узгодження, виходи блоків узгодження першого та другого формувачів сигналів статичних моментів з'єднані з першою та другою групами керуючих входів блока керування, перша та друга групи виходів якого підключені до однойменних груп керуючих входів першого блока зміщення зображення, третя - п'ята групи виходів якого підключені відповідно до першої та другої груп керуючих входів другого блока зміщення зображення і керуючих входів блока повороту зображення, перший та другий виходи світлоділника оптично зв'язані зі входами першого та другого мультиплікаторів і світлового потоку, перші -  $n$ -і виходи яких оптично зв'язані з однойменними інформаційними входами блоків заміни комплектів тінювих бінарних масок першого та другого формувачів сигналів статичних моментів, керуючі виходи та керуючі входи блоків заміни комплектів тінювих бінарних масок першого та другого формувачів сигналів статичних моментів підключені відповідно до першого та другого керуючих входів першої та другої груп керуючих входів блока керування, вхід запуску, настановлювальні входи та виходи якого є однойменними входами та виходами пристрою. Недоліком цього пристрою є обмежена область застосування та низькі функціональні можливості, оскільки пристрій не дозволяє розпізнавати з виділених класів підкласи зображень.

В основу винаходу поставлена задача розробки пристрою для розпізнавання симетричності зображень об'єктів за новими ознаками шляхом введення в блок заміни комплектів масок додаткових комплектів та вдосконалення блока керування за рахунок введення в нього додатково розроблених нових блоків, що дозволять формувати додатково нові вислідні сигнали, які відповідають 4-м рішенням, що приймаються, підкласів центральної симетрії (про наявність нескінченного числа осей, про наявність однієї пари осей, про наявність парного числа пар осей, про наявність непарного числа пар осей) та 2-м рішенням, що приймаються, підкласів симетрії (про наявність однієї осі  $X$  або  $Y$ , про наявність декількох осей  $X$  або  $Y$ ), в результаті чого забезпечується виділення підкласів зображень, отже, поширюється область застосування пристрою, що заявляється, та його функціональні можливості.

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що пристрій для розпізнавання симетричності зображень об'єктів, що містить перший блок зміщення зображень, оптичний вхід якого є інформаційним входом пристрою, послідовно розміщені на одній оптичній осі блок повороту зображення, другий блок зміщення зображення, перший та другий

мультиплікатори світлового потоку, перший та другий формувачі сигналів статичних моментів, що містять блок заміни комплектів тінювих бінарних масок, першу та другу  $n$ -і пари оптичних перетворювачів, першу та другу  $n$ -і пари оптичних перетворювачів, перший та другий блоки вагового складання, блок віднімання та блок узгодження, блок керування, причому, перші -  $n$ -і оптичні виходи блока заміни комплектів тінювих бінарних масок сполучені зі входами відповідно першої -  $n$ -ї пари оптичних перетворювачів, виходи оптичних перетворювачів першої та другої  $n$ -х пар з'єднані зі входами відповідних фотоприймачів, виходи перших та других фотоприймачів усіх пар підключені до відповідних входів відповідно першого та другого вагових суматорів, виходи яких з'єднані з входами підсумовування та віднімання блока віднімання, вихід якого підключений до входу блока узгодження, виходи блоків узгодження першого та другого формувачів сигналів статичних моментів з'єднані з першою та другою групами керуючих входів блока управління, перша та друга групи виходів якого підключені до однойменних груп керуючих входів першого блоку зміщення зображення, третя-п'ята група виходів підключені відповідно до першої та другої груп керуючих входів другого блока зміщення зображення, перший та другий виходи світлоділника оптично зв'язані зі входами першого та другого мультиплікаторів світлового потоку, перші -  $n$ -і виходи яких оптично зв'язані з однойменними інформаційними входами блоків заміни комплектів тінювих бінарних масок першого та другого формувачів сигналів статичних моментів, згідно винаходу, додатково для кожного формувача сигналів статичних моментів в блок заміни комплектів тінювих бінарних масок введені додаткові комплекти масок, керуючі виходи та керуючі входи блоків заміни комплектів тінювих бінарних масок першого та другого формувачів сигналів статичних моментів підключені відповідно до першого та другого керуючих входів, першої та другої груп керуючих входів блока керування, вхід запуску, встановлювальні входи та виходи якого є однойменними входами та виходами пристрою, а блок керування включає в себе пристрій мікропрограмного керування, пристрій фіксації зміщення вздовж осей  $X$  та  $Y$  та пристрій фіксації класів і підкласів симетричних об'єктів, причому пристрій мікропрограмного керування (ПМПК) блока керування містить програмований постійний пристрій запам'ятовування (ППЗ), регістр, п'ять дешифраторів, генератор тактових імпульсів, два RS - тригери, логічний елемент 21 - АБО - НІ, елемент НІ, три блоки елементів 21 - НІ, елемент І, причому вхід запуску пристрою з'єднаний з S - входом першого тригера входом обнуління регістру, прямий вихід першого тригера з'єднаний з першим входом елементу І, другий вхід якого підключений до виходу генератора тактових імпульсів, а вихід - до входу тактових сигналів регістру, інверсний вихід першого тригера з'єднаний з четвертим виходом блоку - керування, У ППЗ інформаційні входи з першого по п'ятий з'єднані з відповідними виходами третього блока елементів 21 - НІ, а інформаційні виходи з першого по двадцять шостий - з відповідними

інформаційними входами регістру, у якого інформаційні виходи з першого по дванадцятий з'єднані з відповідними інформаційними входами дешифраторів з першого по четвертий, інформаційні виходи з тринадцятого по шістнадцятий з'єднані з відповідними інформаційними входами п'ятого дешифратора, а інформаційні виходи з сімнадцятого по двадцять шостий з'єднані з першими входами першого та другого блоків елементів 21-НІ, друпі входи першого блоку елементів 21 - НІ підключені до виходу елемента 21 - АБО - НІ, що з'єднаний через елемент НІ зі другими входами другого блока елементів 21 - НІ, а виходи першого та другого блоків елементів 21 - НІ з'єднані з відповідними входами третього блока елементів 21 - НІ, два керуючих входи у п'ятих дешифраторів підключені до шини нульового потенціалу пристрою, а виходи п'ятого дешифратора з першого по десятий з'єднані з другою групою виходів елемента 21 - АБО - НІ, перша група виходів якого з першого по шостий вхід з'єднана відповідно з першим і другим входами та входами першої і другої групи керуючих входов блоку керування, сьомий і восьмий входи - з першим та другим керуючими входами ПМПК, дев'ятий вхід - з інверсним виходом другого тригера, а десятий вхід - з третім виходом блока керування, виходи дешифраторів з першого по четвертий є відповідними виходами ПМПК з першого по двадцять третій, причому шостий вихід четвертого дешифратора з'єднаний з R - виходом першого тригера, а перший вихід першого дешифратора та другий вихід четвертого дешифратора підключені відповідно до R - входу і S - входу другого тригера, пристрій фіксації зміщень вздовж осей X та Y (ПФЗ) блока керування містить шість лічильників дешифратор, два оперативних пристрої запам'ятовування (ОПЗ), два елемента НІ, дві групи по K елементів АБО, елемент АБО, причому інформаційні входи першого і другого лічильників з'єднані відповідно з k - розрядним шостим і l - розрядним сьомим входами блока керування, інформаційні входи третього і п'ятого лічильників підключені до n - розрядного четвертого входу блока керування, а інформаційні входи четвертого і шостого лічильників - до m - розрядного п'ятого входу блоку управління, причому

$$k = \log_2 K, l = \log_2 L, n = \log_2 N, m = \log_2 M,$$

де K - число комплектів масок,

$$L = 90^\circ / \Delta\phi, \Delta\phi - \text{крок повороту},$$

$N \times M$  - розмірність інформаційного поля, причому інформаційні k - розрядні виходи першого лічильника підключені до першої та другої груп керуючих входов блоку керування, інформаційні l - розрядні виходи другого лічильника - до п'ятої групи виходів блока керування, інформаційні n - розрядні виходи третього і п'ятого лічильників - до першої та третьої групи виходів блока керування, інформаційні m - розрядні виходи четвертого та шостого лічильників - до другої та четвертої груп виходів блока керування, інверсні виходи першого та другого лічильників через перший та другий елементи НІ з'єднані з першим та другим керуючими входами ПМПК блока керування, виходи K кристалів першого та другого ОПЗ об'єднані в  $(K \times n)$  і  $(K \times m)$  - розрядні шини та підключені відповідно до першого та другого інформаційних виходів

ПФЗ блока керування, входи обнулення лічильників з першого по четвертий з'єднані з першим входом ПФЗ, входи обнулення п'ятого та шостого лічильників підключені до виходів елемента АБО, входи якого з'єднані з першим та сімнадцятим входами ПФЗ, входи  $\overline{PE}$  першого та другого лічильників з'єднані відповідно з другим та десятим входами ПФЗ, входи  $\overline{PE}$  третього та четвертого лічильників підключені до третього входу ПФЗ, входи  $\overline{PE}$  п'ятого та шостого лічильників - до четвертого входу ПФЗ, входи підсумування першого та другого лічильників підключені до шини нульового потенціалу пристрою, входи підсушування лічильників з третього по шостий з'єднані відповідно з п'ятим, сьомим, одинадцятим та тринадцятим входами ПФЗ, входи віднімання лічильників з першого по шостий з'єднані відповідно з дев'ятим, шістнадцятим, шостим, восьмим, дванадцятим та чотирнадцятим входами ПФЗ, інформаційні виходи першого лічильника з'єднані з інформаційними входами дешифратора, керуючі входи якого підключені до шини нульового потенціалу, а інверсні виходи з першого по K-й з'єднані відповідно з входами  $\overline{CS}$  K кристалів першого та другого ОПЗ, адресні входи яких підключені до інформаційних виходів другого лічильника, а входи  $\overline{WE}$  - до виходів відповідних першої та другої груп елементів АБО, у яких інверсний вхід з'єднаний з п'ятнадцятим входом ПФЗ, а прямий вхід - з вісімнадцятим входом ПФЗ, інформаційні входи першого ОПЗ з'єднані з інформаційними входами п'ятого лічильника, а інформаційні входи другого ОПЗ - з інформаційними входами шостого лічильника, входи ПФЗ з першого по вісімнадцятий з'єднані з відповідними з першого по вісімнадцятий виходами ПМПУ, причому пристрій фіксації класів і підкласів симетричних об'єктів (ПФКІП) блока керування містить дві групи по K схем порівняння, два лічильника, два реєстри, два дешифратора, дві схеми перевірки на парність, чотири тригери, дванадцять елементів І, два елементи І - НІ, два елементи АБО - НІ, елемент НЕРІВНОЗНАЧНІСТЬ, два елементи НІ, причому входи першої групи у схем порівняння першої і другої групи підключені відповідно до виходів першої і другої груп ПФЗ, а входи другої групи - до шини нульового потенціалу пристрою, виходи схем порівняння першої групи з'єднані з входами першого елемента І, вихід якого підключений до першого входу другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом першого тригера, а вихід - з D-входом першого тригера і через перший елемент НІ з входом E0 першої схеми перевірки на парність, крім того, вихід другого елемента І з'єднаний з входами DSR і S0 першого регістру, входом EE першої схеми перевірки на парність і входом  $\overline{PE}$  та входом віднімання першого лічильника, виходи схем порівняння другої групи з'єднані з входами третього елемента І, вихід якого підключений до першого входу четвертого елемента І, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом другого тригера, а вихід - з D - входом другого тригера і через другий елемент НІ з входом E0 другої схеми перевірки на парність, крім того, вихід четвертого елемента І



Значення	Центрування											
	Первинне	Повторні										
		1 етап				2 етап						
операції та етапи												
Точка "центра - образа"	$A_1$	$A_2$		$A_3$		$A_j$		$A_{j+3}$				
Зміщення $\Delta x_i$ , $\Delta y_i$ та їх сукупності	-	$\Delta x_1$	$\Delta y_1$	$\Delta x_2$	$\Delta y_2$		$\Delta x_j$	$\Delta y_j$	$\Delta x_{j+1}$	$\Delta x_{j+2}$	$\Delta x_{j+3}$	$\Delta x_{k-1}$
		$\{\Delta x_i\}, \{\Delta y_i\}$				$\{\Delta x'_i\}, \{\Delta y'_i\}$						

Зрівноваження статичних моментів ведеться за сигналами блоку управління та представляється кодами на його виходах для виконання зсуву зображення вздовж осей X та Y при використанні першого комплексу масок першим блоком зміщення, при використанні другого - K-го комплексу масок - другим блоком зміщення. Причому, другий ~ K- й комплекти масок містять комплекти масок, відповідають зрівноваженню моментів П1«о та П1о\$ на першому етапі повторних центрувань, та комплекти масок, які відповідають зрівноваженню моментів Шар, на другому етапі повторних центрувань

Заміна другого та K-го комплектів тінювих бінарних масок в першому та другому формувачах сигналів статичних моментів здійснюється за сигналами блоку управління на керуючі входи блоків заміни комплектів тінювих бінарних масок. Поворот зображення після заміни другого – K-го комплектів масок здійснюється з дискретним кроком за сигналами блоку управління на його виходи. Блок управління здійснює запуск пристрою, заміну числа комплектів масок на першому та другому етапах повторних центрувань, поворот зображення, фіксує та аналізує величини змишень відносно ортогональних осей X та Y, на першому етапі повторних центрувань формує три вислідних сигнали класу, виділяє один з них, який відповідає ознакам наявності симетрії зображення, яке досліджується відносно центру, осі або несиметричності, на другому етапі повторних центрувань формує чотири вислідних сигнали підкласу центральної симетрії з ортогональними осями X та Y, які відповідають наявності безмежного їх числа, однієї пари осей X та Y, парного числа пар ортогональних осей та непарного числа пар ортогональних осей X та Y та два вислідних сигнали підкласу осьової симетрії, які відповідають наявності однієї конкретної осі X або Y, декількох осей X або Y, виділяє один з них, а також виробляє сигнал "Кінець операції розпізнання"

На фіг 1 показана блок-схема пристрою, що заявляється,

на фіг 2 - функціональна схема першого формувача сигналів статичних моментів,

на фіг 3 - варіант виконання блока узгодження,

на фіг 4 - блок-схема алгоритму функціонування блока керування,

на фіг 5 - варіант виконання функціональної схеми пристрою мікропрограмного керування блоку керування,

на фіг 6 - варіант виконання функціональної схеми пристрою фіксації змишень вздовж осей X та Y блока керування,

на фіг 7 - варіант виконання функціональної

схеми пристрою фіксації класів і підкласів симетричних об'єктів,

на фіг 8 - для центральносиметричних зображень виділені ознаки класу та підкласу,

на фіг 9 - для зображень з осьовою симетрією виділені ознаки класу та підкласу,

на фіг 10 показана ілюстрація вхідної орієнтації несиметричного зображення об'єкта з його "центром - образом" та зв'язане з ним поле зору,

на фіг 11 - приклад розкладання симетричного зображення об'єкта відносно осей X та Y за фрагментами, отриманими після модулювання першим комплектом масок відповідно в першому та в другому формувачах сигналів статичних моментів,

на фіг 12 - приклад розкладання симетричного зображення об'єкта відносно осей X та Y за фрагментами, отриманими після модулювання комплектом масок на першому етапі повторних центрувань відповідно в першому та в другому формувачах сигналів статичних моментів,

на фіг 13 - приклад розкладання симетричного зображення об'єкта відносно осей X та Y за фрагментами, отриманими після модулювання комплектом масок на другому етапі повторних центрувань відповідно в першому та в другому формувачах сигналів статичних моментів,

Пристрій, який заявляється (див фіг 1), містить перший блок зміщення (БЗ) 1 з проєкціуючою оптикою, блок повороту зображень (БПЗ) 2, другий блок зміщення (БЗ) 3, перший та другий мультиплікатори (М) 4, перший та другий формувачі сигналів статичних моментів частин зображень (ФССМ) 5 та 6, перший та другий блоки заміни бінарних масок (БЗМ) 7 та 8, перший та другий блоки узгодження с (БУз) 9 та 10. Першим входом пристрою є оптичний вхід першого блока зміщення, вихід якого оптично з'єднаний з входом блока повороту зображення 2, вихід блока повороту зображення 2 оптично зв'язаний з входом другого блока зміщення 3, вихід другого блока зміщення оптично узгоджений та зв'язаний з входами першого та другого мультиплікаторів 4, які послідовно розміщені на одній оптичній осі з першим та другим виходами світлоподільника

Перший – n-й виходи першого та другого мультиплікаторів оптично зв'язані з однойменними інформаційними входами блоків заміни комплектів тінювих бінарних масок 7 та 8 відповідно в формувачах сигналів статичних моментів 5 та 6. Керуючі виходи блоків заміни комплектів тінювих бінарних масок 7 та 8 першого та другого формувачів сигналів статичних моментів 5 та 6 відповідно підключені до першого 12 та другого 13 керуючих входів блока керування 11

Виходи блоків узгодження 9 та 10 першого та

другого формувачів 5 та 6 з'єднані з входами 14 та 35 першої і входами 16 та 17 другої груп керуючих входів блока керування 11. Вхід запуску 18, настановні входи 19, 20, 21, 22 завдання відповідно розмірності матриці зображення, яка аналізується  $N = \max \{M, N\}$  в рядок  $M$  і стовпцями  $N$ , кількість  $K$  комплектів масок і числа поворотів  $L$  зображення, блока керування 11 є однойменними входами пристрою. Перша та друга групи керуючих виходів 23 блока керування 11 підключені відповідно до керуючих входів 24 та 25 блока заміни комплектів тінювих бінарних масок 7 та 8. Перша та друга групи виходів 26, 27 блока керування 11 підключені до однойменних груп керуючих входів першого блока зміщення 1. Третя-п'ята групи виходів 28, 29, 30 блока керування 11 підключені до першої та другої груп керуючих входів другого блока зміщення 3 і керуючих входів блока повороту 2.

Перший-дванадцятий виходи 31 -42 блока керування 11 є входами пристрою. Перших три виходи 31, 32, 33 є входами вислідних сигналів клавіш зображень, при цьому перший вихід 31 є виходом вислідного сигналу, за яким приймається рішення про наявність центральної симетрії, другий вихід 32 - виходом вислідного сигналу, по яким приймається рішення про наявність осьової симетрії, третій вихід 33- виходом вислідного сигналу, за яким приймається рішення про наявність несиметричного зображення, вихід 34 - виходом сигналу

"Кінець операції розпізнавання". Виходи 35-38 є входами вислідних сигналів підкласу зображень, які розпізнаються центральною симетрією з ортогональними осями  $X$  та  $Y$ , при цьому вихід 35 є виходом вислідного сигналу, за яким приймається рішення про наявність безмежного  $ix$  числа, вихід 36 - вислідного сигналу, за яким приймається рішення про наявність однієї пари ортогональних осей  $X$  та  $Y$ , вихід 37 - виходом вислідного сигналу, за яким приймається рішення про наявність парного числа пар ортогональних осей, вихід 38 - виходом вислідного сигналу, за яким приймається рішення про наявність непарного числа пар ортогональних осей. Виходи 39 - 42 є входами вислідних сигналів підкласу зображень, які розпізнаються з осьовою симетрією, при цьому виходи 39, 40 є входами вислідних сигналів, за якими приймається рішення про наявність однієї осі симетрії, відповідно  $X$  або  $Y$ , виходи 41, 42 - виходами вислідних сигналів, по яким приймається рішення про наявність декількох осей симетрії, відповідно  $X$  або  $Y$ .

Перший формувач сигналів статичних моментів (ФССМ) 5 (див фіг 2) містить блок заміни комплектів тінювих бінарних масок (БЗМ) 7, в який входять дешифратор (Д) 43, К електромагнітів ( $E_1 - E_k$ ) 44<sub>1</sub> - 44<sub>k</sub>, які відповідають  $K$  комплектам тінювих бінарних масок, які використовуються при обробці. Входи дешифратора 43 є входами блоку заміни комплектів тінювих бінарних масок 7.  $K$  виходів дешифратора підключені до відповідних керуючих входів (в даному разі, до обмоток)  $K$  електромагнітів 44<sub>1</sub> - 44<sub>k</sub> таким чином, що  $i$ -ий вихід дешифратора 43, з'єднаний з керуючим входом (обмоткою)  $i$ -го електромагніта 44, який утримує  $i$  - у штангу з прозорою  $i$ -ю підкладкою для кріплення

$i$ -го комплекту тінювих бінарних масок (КТБМ) - 45<sub>1</sub>- 45<sub>n</sub>. А кожний  $i$ -ий комплект встановлений на  $i$ -ий прозорий підкладці, на якій закріплені  $n$ -тінювих бінарних масок 45<sub>1</sub> - 45<sub>n</sub> з двома коефіцієнтами пропускання. Причому один кінець  $i$ -ї прозорої підкладки містить рухомий контакт (РК) 46, вивід якого з'єднаний з шиною нульового потенціалу пристрою, який замкнений непорушним контактом (НК) 47, вивід якого з'єднаний з першим виводом резистора (R) 48 і є виходом блоку заміни комплектів бінарних тінювих масок 7 першого формувача статичних сигналів 5, першу -  $n$  пари оптичних перетворювачів (ОП) 49<sub>1</sub>-49<sub>n</sub>, у вигляді  $2n$  пірамідальних фоконов, першу -  $n$  пари фотоприймачів (ФП), складаються з перших (непарних) 50<sub>1,1</sub>, 50<sub>2,1</sub>, 50<sub>3,1</sub>, ..., 50<sub>n,1</sub> та других (парних) 50<sub>1,2</sub>, 50<sub>2,2</sub>, 50<sub>n,2</sub> фотоприймачів (де друга нижня цифра груп фотоприймачів і означає непарну групу, 2 - парну групу), перший та другий вагові суматори (ВС) 51, 52, блок віднімання (БВ) 53 та блок узгодження (БУз) 9.

Перший блок узгодження 9 (див фіг 3) містить перший 54 та другий 55 компаратори (К), елемент НЕРІВНОЗНАЧНОСТІ 56, причому перший інвертуючий вхід першого компаратора 54 та другий інвертуючий вхід другого компаратора 55 підключені до входу блока узгодження 9, другий інвертуючий вхід першого компаратора 54 з'єднаний з джерелом першої опорної напруги  $+U$ , а другий неінвертуючий вхід другого компаратора 55 з'єднаний з джерелом другої опорної напруги  $-U$ , вихід першого компаратора 54 з'єднаний з першим входом елемента НЕРІВНОЗНАЧНОСТІ 56, вихід другого компаратора 55 з'єднаний з другим входом елемента НЕРІВНОЗНАЧНОСТІ 56, а також є виходом старшого розряду  $A$  логічного сигналу блока узгодження вихід елемента НЕРІВНОЗНАЧНОСТІ 56 с виходом молодшого розряду  $B$  логічного сигналу блока узгодження 9. Блок узгодження 9, як і блок заміни комплектів тінювих бінарних масок 7, входить в структуру формувача сигналів статичних моментів 5 (див фіг 2), а на фіг 1 означені блоки обведені штриховою лінією.

На фіг 4 показаний алгоритм функціонування блока керування 11, а на фіг 5, 6, 7 - функціональні схеми відповідно пристрою 57 мікропрограмного керування (ПМПК), пристрої 58 фіксації зміщень (ПФЗ) вздовж осей  $X$  та  $Y$ , пристрій 59 фіксації класів і підкласів симетричних об'єктів (ПФКІП).

Пристрій 57 мікропрограмного керування (ПМПК) (див фіг 5) містить програмований ППЗ 60, реєстр 61, дешифратори 62, 63, 64, 65, 66, генератор 67 тактових імпульсів, тригери 68, 69, логічний елемент 21-АБО-НІ 70, елемент НІ 71, блоки елементів 21- НІ 72, 73, 74, елемент 175.

Вхід 18 запуску пристрою з'єднаний з  $S$ -входом тригера 68 і входом обнуління реєстру 61, прямиий вихід тригера 68 з'єднаний з першим входом елемента 175, другий вхід якого підключений до виходу генератора 67, а вихід - до входу тактових сигналів реєстру 61. Інверсний вихід тригера 68 з'єднаний з виходом 34 сигналу "Кінець операції розпізнавання" пристрою  $Y$  ППЗ 60 інформаційні входи з першого по п'ятий з'єднані з відповідними виходами блоку елементів 21-НІ 74, а інформацій-



ні виходи з першого по двадцять шостий - з відповідними інформаційними входами реєстру 61, у якого інформаційні виходи з першого до дванадцятій з'єднані з відповідними інформаційними входами дешифраторів 62-65, інформаційні виходи з тринадцятого по шістнадцятій з'єднані з відповідними інформаційними входами дешифратора 66, а інформаційні виходи з сімнадцятого по двадцять шостий з'єднані з першими входами блоків елементів 21-НІ 72, 73. Другі входи блока елементів 21-НІ 72 підключені до виходу елемента 21-АБО-НІ 70, який через елемент НІ 71 з'єднаний з другими входами блоку елементів 21-НІ 73, а виходи блоків елементів 21-НІ 72, 73 з'єднані з відповідними входами блоку елементів 21-НІ 74. Два керуючих входи у дешифраторів 62-66 підключені до шини нульового потенціалу, а виходи дешифратора 66 з першого по десятій з'єднані з другою групою входів елемента 21-АБО-НІ 70, перша група входів якого з першого по шостий вхід з'єднана відповідно з керуючими входами 12, 13, 15, 17, 14, 16 блока 11, сьомий і восьмий входи - з керуючими входами 76 і 77 ПМПК 57, дев'ятий вхід - з інверсним виходом тригера 69, а десятій вхід - з керуючим виходом 33 блока керування 11. Виходи дешифраторів 62-65 є відповідними входами 78-100 ПМПК 57, причому шостий вихід  $Y_k$  дешифратора 65 з'єднаний з R-виходом тригера 68, а виходи 78 і 97 ПМПК 57 підключені відповідно до R- входу і S- входу тригера 69.

Пристрій 58 фіксації зміщень (ПФЗ) вздовж осей X та Y (див фіг 6) містить лічильники 101, 106, дешифратор 107, оперативні пристрої запам'ятовування (ОПЗ) 108 і 109, елементи НІ 110, 111, К елементів АБО 112, К елементів АБО 113, елемент АБО 114.

Інформаційні входи лічильників 101 і 102 з'єднані відповідно з k-розрядним входом 21 та i-розрядним входом 22 блока керування 11, інформаційні входи лічильників 103 і 105 підключені до n-розрядного входу 19 блока керування 11, а інформаційні входи лічильників 104 і 106 - до m-розрядного входу 20 блока управління 11, причому  $k = \log_2 K$ ,  $i = \log_2 L$ ,  $n = \log_2 N$ ,  $m = \log_2 M$ , де K - число комплексів масок,  $L = 90^\circ/\Delta\phi$  - крок повороту,  $N, M$  - розмірність інформаційного поля.

Виходи ПМПУ 57 з 78 по 95 з'єднані з відповідними входами 58, інформаційні k-розрядні виходи лічильника 101 підключені до виходу 23 блока керування 11, інформаційні l-розрядні виходи лічильника 102 до виходу 30 блока керування 11, а інформаційні n-розрядні виходи лічильників 103 і 105 з'єднані відповідно з входами 26 і 28 блока керування 11, а інформаційні m-розрядні виходи лічильників 104 і 106 - з входами 27 і 29 блока керування 11. Інверсні виходи  $\leq 0$  лічильників 101 і 102 через елементи НІ 110 і 111 з'єднані з відповідними виходами ПФЗ 58 та підключені до входів 76 та 77 ПМПК 57 відповідно, виходи ОПЗ 108, 108<sub>k</sub> об'єднані в (KxH) - розрядну шину і підключені до виходу 115 ПФС 58, а виходи ОПЗ 109, 109<sub>k</sub> об'єднані в (Kxm) - розрядку шину та підключені до входу 116 ПФЗ 58. Входи обнулення лічильників 101, 102, 103, 104 з'єднані з виходом 78 ПМПУ 57, а входи обнулення лічильників 105 та 106 підключені до виходу елемента І 114, входи якого з'єдна-

ні з входами 78 та 89 ПМПК 57. Входи  $\overline{PE}$  лічильників 101 і 102 з'єднані відповідно з входами 84 та 81 ПМПК 57, входи  $\overline{PE}$  лічильників 103 та 104 підключені до виходу 90 ПМПК 57, з входи  $\overline{PE}$  лічильників 105 та 106 - до виходу 79 ПМПК 57. Входи підсумування лічильників 101 і 102 підключені до шини нульового потенціалу, входи підсумування лічильників 103, 104, 105, 106 з'єднані відповідно з входами 85, 80, 87, 82 ПМПК 57, а входи віднімання лічильників 101, 106 з'єднані відповідно з входами 92, 83, 91, 86, 93, 88 ПМПК 57. Інформаційні входи лічильника 101 з'єднані також з інформаційними входами дешифратора 107, керуючі входи якого підключені до шини нульового потенціалу, а інверсні виходи з 1 - го по K- й з'єднані відповідно з входами вибору кристалу ( $\overline{CS}$ ) ОПЗ 108, 108<sub>k</sub> і 109, 109<sub>k</sub>. Адресні входи от 108, 108<sub>k</sub> і 109, 109<sub>k</sub> підключені до інформаційних виходів лічильника 102, а входи дозволу запису/зчитування - до виходів відповідних елементів АБО 112, 112<sub>k</sub> і 113, 113<sub>k</sub> у яких інверсний вхід з'єднаний з виходом 94 ПМПУ 57, а прямий вхід - з виходом 95 ПМПК 57. Інформаційні входи ОПЗ 108, 108<sub>k</sub> з'єднані з інформаційними входами лічильника 105, а інформаційні входи ОПЗ 109, 109<sub>k</sub> підключені до інформаційних виходів лічильника 106.

Пристрій 59 фіксації класів та підкласів (ПФКІП) симетричних об'єктів (див фіг 7) складається з K схем порівняння 117 та K схем порівняння 118, лічильника 119, 120, реєстрів 121 і 122, дешифраторів 123 і 124, схем 125 і 126 перевірки на парність, тригерів 127, 130, елементів І 131, 142, елементів І - НІ 143 та 144, елементів АБО-НІ 145 та 146, елемента НЕРІВНОЗНАЧНІСТЬ 147, інверторів 148, 149.

Прийому n входів першої групи у схем порівняння 117, 117<sub>k</sub> підключені до відповідних виходів 115 ПФЗ 58, n входів першої групи у схем порівняння 108, 108<sub>k</sub> - до відповідних виходів 116 ПФЗ 58, а n входів другої групи у схем порівняння 117, 117<sub>k</sub> та 108, 108<sub>k</sub> з'єднані з шиною нульового потенціалу пристрою. Виходи схем порівняння 117, 117<sub>k</sub> з'єднані з входами елемента І 113, вихід якого підключений до першого входу елемента І 132, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом тригера 127, а вихід - з D-виходом тригера 127 та через інвертор 148 з входом ЕО схеми 125 перевірки на парність. Крім того, вихід елемента І 132 з'єднаний з входами DSR та SO реєстру 121, входом ЕЕ схеми 125 перевірки на парність і входом RE та входом віднімання лічильника 119. Виходи схем порівняння 118, 118<sub>k</sub> з'єднані з входами елемента І 133, вихід якого підключений до першого входу елемента І 134, другий вхід якого з'єднаний з прямим виходом тригера 128, а вихід - з D-виходом тригера 128 та через інвертор 149 з входом ЕО схеми 126 перевірки на парність. Крім того, вихід елемента І 134 з'єднаний з входами DSR і SO реєстру 122 входом ЕЕ схеми 126 перевірки на парність та входом  $\overline{PE}$  та входом віднімання лічильника 120. У тригерів 127 та 128 тактовий вхід, настановний вхід в "0" і S - вхід з'єднані відповідно з входами 98, 78 і 96 ПМПУ

57, причому прямі виходи тригерів 127 і 128 з'єднані з входами елементу НЕРІВНОЗНАЧНІСТЬ та елементів АБО- НІ 145 та І 135, інверсний вихід тригера 127 з'єднаний з другим входом елементу І 142, а інверсний вихід тригера 128 - з другим входом елементу І 142. У регістрів 121 та 122 входи DSL і S1 підключені до шини нульового потенціалу пристрою, тактовий вхід з'єднаний з виходом 99 ПМПК 57, а настановний вхід в "0" - з відповідним виходом старшого розряду регістру, причому інформаційні виходи регістрів 121 і 122 підключені до інформаційних входів схем 125 та 126 перевірки на парність відповідно, у яких виходи  $\Sigma$  Е парності з'єднані з другим та третім входами елементу І 137, а виходи  $\Sigma$  О непарності - з другим та третім входами елемента І 138. У лічильників 119 та 120 настановний вхід в "0" та вхід підсумування підключені відповідно до виходів 78 та 99 ПМПК 57, а інформаційні виходи з'єднані з інформаційними входами дешифраторів 123 та 124 відповідно, у яких входи E0 та E1 підключені до шини нульового потенціалу пристрою. Інверсні виходи першого та другого розрядів дешифратора 123 з'єднані з входами елемента І-НІ 143, інверсні виходи першого та другого розрядів дешифратора 124 - з входами елемента І-НІ 144, інверсні виходи (L-1)-х розрядів дешифраторів 123 та 124 підключені до другого та третього входів елементу АБО-НІ 146, а інверсні виходи (L-2)-х розрядів дешифраторів 123 та 124 - до інверсних входів елементів І 141 та 139 відповідно. У тригерів 129 та 130 настановний вхід в "0" та тактовий вхід підключені відповідно до виходу 78 та 100 ПМПК 57, а D - входи з'єднані з входами елемента НЕРІВНОЗНАЧНІСТЬ 147 та елемента І 135 відповідно. Прямий вихід тригера 130 підключений до виходу 31 блока керування 11, до перших входів елементів І 136, 137, 138 та до інверсного входу елемента АБО-НІ 146, у якого вихід з'єднаний з виходом 35 блока керування 11, а другий та третій входи елемента І 136 підключені до виходів елементів І-НІ 143, 144. Виходи елементів І 136, 137, 138 підключені відповідно до виходів 36, 37, 38 блока керування 11, прямий вихід тригера 129 з'єднаний з виходом 32 блока керування 11 та з першими входами елементів І 139, 140, 141, 142. Вихід елемента АБО-НІ 145 підключений до виходу 33 блока керування 11, а виходи елементів І 139, 141 - до виходів 40 та 39 блока керування 11 відповідно, а також до інверсних входів елемента І 140, 142 відповідно, у яких виходи з'єднані з виходами 42 та 41 блока керування 11.

Пристрій працює таким чином

Запуск пристрою здійснюється по входу 18. По шинам даних на входи 19, 20, 21, 22 прилади подають вхідні дані величин відповідно N/2, M/2 (N - кількість стовпців, M - кількість рядків), K (число комплексів масок), L (число поворотів зображення), які надалі будуть використовуватись для виконання операції розпізнання симетричних зображень об'єктів.

Перший блок зміщення 1 з проєкціуючою оптикою формує світловий потік зображення, який обробляється, вхідної орієнтації з розподілом яскравості  $f(x, y)$ , що з його виходу пропускається по входам через блок повороту 2 зображень та дру-

гий блок зміщення 3, після цього надходить на вхід мультиплікатора 4. Мультиплікатор 4 розмножує та поділяє вхідне зображення по двом каналам обробки по першому та другому n-виходам, які з n-входів першого та другого мультиплікаторів 4 надходять на n-входи 5 та 6 формувачів сигналів статичних моментів частин зображення. Початкове у формувачах 5 та 6 виставлені комплекти масок, адреси яких фіксуються блоком керування 11 по входам 12 та 13 для формування статичних моментів першого порядку  $m_{10}$  у формувачі 5 і  $m_{01}$  - у формувачі 6, тобто для здійснення операції первинного центрування. Формувач 5 формує та порівнює сигнали статичних моментів частин зображення в суміжних півплощинах  $x' < 0$  та  $x' > 0$  відносно осі  $y'$ , а формувач 6 - в півплощинах  $y' < 0$  та  $y' > 0$  відносно осі  $x'$ . В формувачах 5 та 6 формуються результати для порівняння сигналів статичних моментів в суміжних площинах, відповідно  $\|m_{10}\|^{x'<0'}$ ,  $\|m_{10}\|^{x'>0'}$  та  $\|m_{01}\|^{y'<0'}$ ,  $\|m_{01}\|^{y'>0'}$  у вигляді вихідних напруг U (для формувача 5) та U' (для формувача 6).

Отримана вихідна напруга U надходить на вхід блоку узгодження 9, вихідна напруга U' - другого блоку узгодження 10. Вихідна напруга U (аналогічно і для U') відповідає сигналу, що сформувалася, амплітуда якого приймає позитивний або негативний знак і може знаходитися в межах, що не перевищують опорної напруги  $U_1 + U_2$  першого блоку узгодження 9.

Оскільки сигнал U несе інформацію про рівність статичних моментів частин зображення в суміжних півплощинах або невідповідності цієї рівності, то перший блок узгодження 9 працює таким чином, що розшифровує та кодує стан сигналу на другому виході формувача сигналів статичних моментів 5.

Якщо  $\|m_{10}\|^{x'<0'} > \|m_{10}\|^{x'>0'}$ , то на виході блоку 9 представляється код 11, відповідний зсуву зображення праворуч вздовж осі x, аналогічно, нерівність -  $\|m_{01}\|^{y'<0'} < \|m_{01}\|^{y'>0'}$  представляється кодом 01, що відповідає зсуву ліворуч вздовж осі x. У випадку рівності  $\|m_{10}\|^{x'<0'} = \|m_{10}\|^{x'>0'}$  на виході блоку узгодження 9 представляється код 00, що відповідає центрованому положенню зображення.

Таким чином, на виході блоку узгодження 9 формуються два сигнали, які з першим та другим сигналами кодуємого дворозрядного слова, які надходять по групі виходів блока узгодження 9 на першу групу входів 14 та 15 блока керування 11 відповідно. Аналогічно, на виході блоку узгодження 10 формуються дворозрядні коди, які несуть інформацію про вирівнювання статичних моментів  $\|m_{01}\|^{y'<0'}$  та  $\|m_{01}\|^{y'>0'}$ , що надходять по групі виходів блока узгодження на другу групу входів 16 і 17 блока керування 11 відповідно.

Зрівноваження статичних моментів першого порядку здійснюється за рахунок першого блока зміщення 1, причому, коди на зміщення вздовж X та Y будуть подаватися відповідно по n-розрядній та m-розрядній шинам, перший та другий групам керуючих виходів 26 та 27 від блока керування 11.

Стан цих адрес фіксується та запам'ятовується в блоці керування 11. Після того, як в формувачах 5 та 6 буде виконане первинне центрування, блок керування 11 зафіксує та запам'ятає координати центру тяжкості зображення  $A_1(X_1, Y_1)$ . Ця точка буде використана в подальшому, як точка координатної прив'язки, для визначення наступних зміщень відносно X та Y при повторних центруваннях за статичними моментами більш високих порядків.

Отже, коли первинне центрування здійснене, тобто блоком керування, 11 зафіксована  $t$   $A_1(X_1, Y_1)$ , по групам керуючих виходів 23 блока керування 9 по  $k$  - розрядним шинам логічних сигналів на входи блоків заміни тінювих бінарних масок 7, 8 надходить інформація у вигляді логічного коду. По відповідній адресі, що надходить на входи блоків 7 та 8, на його входах по входах 24 та 25 формувачів 5 та 6 здійснюється висування відповідного комплекту тінювих бінарних масок  $45_1 - 45_n$  з функцією пропускання, що відповідає порядку статичного моменту, що формується в даний момент формувачами 5 та 6. Кожний етап завершення центрування (первинного та повторних) буде супроводжуватися зміною коду в блоці керування 11, який надходить на входи блоків заміни тінювих бінарних масок 7, 8 для здійснення заміни того або іншого комплекту масок.

Повторні центрування передбачають здійснення процедур зрівноваження моментів більш високих порядків, що проводяться в два етапи на першому етапі повторних центрувань формують висхідні сигнали класів зображень, які розпізнаються, на другому - підкласів. Причому, на першому етапі зрівноважуються моменти  $m_{\alpha\beta}$ , один з індексів  $\alpha, \beta$  рівному нулю, на другому етапі зрівноважуються змішані моменти  $m_{\alpha\beta}$  ( $\alpha, \beta > 0$ ).

Зрівноваження статичних моментів більш високих порядків здійснюється за рахунок другого блока зміщення 3, а коди на зміщення вздовж осей X та Y подаються відповідно по  $n$  - розрядній та  $m$  - розрядній шинам, четвертий та п'ятий групам керуючих виходів 28 та 29 від блока керування 11. Початок першого етапу повторних центрувань здійснюється при виставленому другому комплекті масок  $45_1 - 45_n$  блоками 7 та 8, необхідних для формування статичних моментів

$$\|m_{20}\|^{x'<0'}, \|m_{20}\|^{x'>0'}, \|m_{20}\|^{y'<0'} \text{ та } \|m_{02}\|^{y'<0'}, \|m_{02}\|^{y'>0'}$$

у формувачах 5 і 6.

Після заміни першого комплекту масок у формувачах 5 та 6, які фіксуються відповідно по входах 12 та 13 блока керування 11, аналогічно описаному вище, з'являються сигнали U та U' порівняння статичних моментів

$$\|m_{20}\|^{x'<0'}, \|m_{20}\|^{x'>0'} \text{ та } \|m_{02}\|^{y'<0'}, \|m_{02}\|^{y'>0'}$$

виходах відповідних блоків узгодження 9 і 10 знов будуть формувати по два сигнали, які відповідають дворозрядному слову та несуть інформацію на виконання конкретних дій (зсув або фіксація центрованого положення) блоком керування 11. Вирівнювання моментів  $m_{20}$  та  $m_{02}$  відповідно у формувачах 5 та 6, здійснюється другим блоком зміщення 3, сигнали до якого подаються відповідно по  $n$  - розрядній та  $m$  - розрядній шинам блоку управління 9. Тобто по четвертій групі керуючих

виходів 28 блока керування 11 проводиться вирівнювання статичних моментів  $\|m_{\alpha 0}\|^{x'<0'}$  та  $\|m_{\alpha 0}\|^{x'>0'}$

у формувачі 5, а по п'ятій групі керуючих виходів 29 блока керування 11 проводиться вирівнювання статичних моментів  $\|m_{0\beta}\|^{y'<0'}$  та  $\|m_{0\beta}\|^{y'>0'}$  у форму-

вачі 6. Перший 1 та другий 3 блоки зміщення приймають по два коди, один по першому керуючому входу - на зміщення вздовж осі x, а інший по другому керуючому входу - вздовж осі y. В якості блоків зміщення 1 і 3 може бути використаний пристрій для перетворення зображень (А С N 1408444, БИ N25, 1988).

По досягненню вторинного центрування відбувається фіксація та запам'ятовується

$$\text{другий комплект масок, стан рівності моментів } \|m_{20}\|^{x'<0'}, \|m_{20}\|^{x'>0'}, \|m_{02}\|^{y'<0'}, \|m_{02}\|^{y'>0'}$$

величини зміщень  $\Delta x_1, \Delta y_1$  відносно точки координатної прив'язки  $A_1(X_1, Y_1)$ . Потім для цього ж комплекту (другого) масок відносно  $A_1(X_1, Y_1)$  по  $i$ -розрядній шині третьої групи виходів 30 блока керування 11 з кроком з точністю до дискрета  $\Delta\phi = \phi/L$  ( $L$  - число поворотів зображення, необхідних для його аналізу,  $0 \leq \phi \leq \pi/2$ ) буде формуватися поточний код, необхідний для здійснення  $L$ - числа поворотів блоком повороту зображень 2. В якості блоку повороту зображень може бути використаний пристрій для повороту зображень (А С N 1348871, БИ N 40 1987).

Для кожного  $i$ -го кроку повороту  $\Delta\phi_1$  ведеться пошук (зсуву по осям x та y) для вирівнювання моментів

$$(\|m_{20}\|^{x'<0'}\|m_{20}\|^{x'>0'})_{\phi_1}, (\|m_{02}\|^{y'<0'}\|m_{02}\|^{y'>0'})_{\phi_1}$$

Стан рівності означених моментів при кожному повороті на  $\Delta\phi$  також фіксується і запам'ятовується блоком керування 11.

Перший етап повторних центрувань завершується після використання декількох комплектів масок, починаючи з другого (наприклад, перший, другий, третій, четвертий комплекти), що формують моменти  $m_{\alpha 0}$  та  $m_{0\beta}$ , другий етап повторних центрувань ведеться при виставленому додатковому комплекті масок (наприклад, починаючи з п'ятого по сьомий), які формують моменти  $m_{\alpha\beta}$ .

Описаний вище алгоритм повторюється з урахуванням повороту стільки раз, скільки комплектів масок використовується під час операції розпізнавання симетричних зображень об'єктів.

Після завершення повторних центрувань в блоку керування 11 відбувається фіксація та запам'ятовування

комплектів масок, необхідних для формування моментів  $m_{\alpha 0}, m_{\beta 0}$  (на першому етапі) та  $m_{\alpha\beta}$  (на другому етапі),

стан рівності моментів  $m_{\alpha 0}, m_{\beta 0}$  частин зображення (на першому етапі) та  $m_{\alpha\beta}$  (на другому етапі), для кожного  $i$ -го кроку повороту  $\Delta\phi$ ,

величин зміщення  $\{\Delta x\}, \{\Delta y\}$  та  $\{\Delta x', \Delta y'\}$  відносно точки координатної прив'язки  $A_1(X_1, Y_1)$  з урахуванням повороту зображення та кожного виставленого комплекту масок, відповідно на пер-

шому та другому етапах

Таким чином, при первинному центруванні по статичним моментам  $\|m_{10}\|^{x'<0'}$  та  $\|m_{10}\|^{x'>0'}$  у формувачі 5,  $\|m_{01}\|^{y'<0'}$  та  $\|m_{01}\|^{y'>0'}$  у формувачі 6 знайдені координати центру тяжкості  $A_1 (X_1, Y_1)$  які співпадають з центром поля зору. При повторних центруваннях, на першому та другому етапах за статичними моментами більш високих порядків  $m_{\alpha\beta}$  будуть знайдені координати "центру образу" зображення. Стану блоків узгодження 9 та 10, для яких необхідно формування сигналу 00 (досягнення центрування), мають відповідати рівності

$$\text{на 1-му етапові } \|m_{\alpha 0}\|^{x'<0'} = \|m_{\alpha 0}\|^{x'>0'}$$

у формувачі 5

$$\text{на 2-му етапові } \|m_{\alpha\beta}\|^{x'<0'} = \|m_{\alpha\beta}\|^{x'>0'}$$

$$\text{на 1-му етапові } \|m_{0\beta}\|^{y'<0'} = \|m_{0\beta}\|^{y'>0'}$$

у формувачі 6

$$\text{на 2-му етапові } \|m_{\alpha\beta}\|^{y'<0'} = \|m_{\alpha\beta}\|^{y'>0'}$$

Отже, в залежності від геометричних особливостей зображення об'єкту для вирівнювання статичних моментів більш високих порядків  $m_{\alpha 0}$ ,  $m_{\alpha\beta}$  формувачем 5,  $m_{0\beta}$ ,  $m_{\alpha\beta}$  формувачем 6, виникає необхідність визначення зміщень  $\{\Delta x_i\}, \{\Delta y_i\}$  відносно точки координатної прив'язки  $A_1 (X_1, Y_1)$  на першому етапі та зміщень  $\{\Delta x'_i\}, \{\Delta y'_i\}$  на другому. По зміщенням  $\{\Delta x_i\}$  та  $\{\Delta y_i\}$ , що фіксуються та запам'ятовуються блоком управління 11 для кожного комплекту масок з урахуванням повороту зображення від  $0$  до  $\pi/2$  будуть сформовані три вислідні сигнали, відповідні класу зображення, що розпізнається. Кожний вислідний сигнал несе в собі інформацію про взаємне положення точок "центру - образу"  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_i$  - відповідає числу комплектів масок для зрівноваження моментів  $m_{\alpha 0}, m_{0\beta}$ .

Блок керування 11 з трьох вислідних сигналів виділяє один, відповідний одному з рішень, по якому судять про симетрію об'єкту, що розпізнається.

Перший вислідний сигнал ознаки  $Z_1$  класу центральної симетрії (див фіг 8) з'являється на виході 31 пристрою, якщо незалежно від заміни комплектів масок та повороту зображення  $\{\Delta x_i = 0\}, \{\Delta y_i = 0\}$ .

Отже  $x_1 = x_2 = \dots = x_j$  та  $y_1 = y_2 = \dots = y_j$  а точки "центру - образу" вироджуються в одну, значить  $A_1 = A_2 = \dots = A_j$  це означає що розпізнається центрально - симетричне зображення. Другий вислідний сигнал ознаки  $Z_2$  класу осьової симетрії з'являється на виході 32 пристрою, якщо незалежно від заміни комплекту масок при одному і тому ж конкретному кутові повороту по одній з осей, наприклад  $x_1 \{\Delta x_i\} = 0, \{\Delta y_i\} \neq 0$ .

Отже,  $x_1 = x_2 = \dots = x_j$  та  $y_1 \neq y_2 \neq \dots \neq y_j$ , а точки "центру - образу" знаходяться на одній осі, в даному випадку  $A_1, A_2, \dots, A_j = y'$ , це означає, що розпізнається осесиметричне зображення відносно осі  $y'$ . Аналогічний сигнал на виході 32 буде отриманий у випадку осьової симетрії відносно  $x'$  оскільки  $\{\Delta x_i\} \neq 0$ , а  $\{\Delta y_i = 0\}$ , тобто  $x_1 \neq x_2 \neq \dots \neq x_j, y_1 = y_2 =$

$= y_j$ , а точки "центру - образу" знаходяться на осі  $x'$ , отже,  $A_1, A_2, \dots, A_j = x'$ . Третій вислідний сигнал ознаки  $Z_3$  з'являється на виході 33 у випадку, якщо  $\{\Delta x_i\}, \{\Delta y_i\} \neq 0$ . Отже, точки "центру - образу" не перетворюються в точку або пряму, що свідчить про ознаку, що відповідає класу несиметричного зображення (див фіг 10). За цикл обробки в пам'яті блоку керування 11 зберігаються всі значення  $x_1, x_2, x_3$  та  $y_1, y_2, y_3$  з урахуванням використаного числа комплектів масок повороту зображення.

Якщо за цикл обробки на вході 33 пристрою з'являється ознака  $Z_3$ , то блок керування 11 по виходу 34 видає сигнал "Кінець операції розпізнання". У випадку, як що пристроєм визначається одна із ознак  $Z_1$  або  $Z_2$ , то блок керування 11 здійснює формування сигналів підкласів за новими ознаками, відповідно  $Z_{11}, Z_{12}, Z_{13}, Z_{14}$  та  $Z_{21}, Z_{22}, Z_{23}, Z_{24}$ , кожний з яких визначається на другому етапі повторних центрувань для комплектів масок, які виставляються що відповідають зрівноваженню моментів  $m_{\alpha\beta}$  змішаних порядків  $\alpha, \beta$ .

Нові ознаки  $Z_{11}, Z_{12}, Z_{13}, Z_{14}$  містять в собі інформацію дію підкласів центрально - симетричних зображень, які мають ортогональні осі  $X$  та  $Y$  (див фіг 8). Якщо після виставлення додаткових комплектів масок, що відповідають зрівноваженню моментів змішаних порядків  $\alpha, \beta$ , незалежно від числа поворотів, зсуву зображення вздовж осей  $X$  та  $Y$  будуть відсутні, тобто  $\{\Delta x'_i\} = 0, \{\Delta y'_i\} = 0$ , то на виході 35 блока керування виробляється сигнал, відповідний ознаці  $Z_{11}$  наявності безмежного числа ортогональних осей  $X$  та  $Y$ .

Це означає, що точки "центру-образу", які отримані зрівноваженням  $m_{\alpha\beta}$  на 2-м етапі, співпадають з попередніми точками "центру - образу", отриманого на 1 - му етапі, тобто

$$A_1 = A_2 = A_3 = \dots = A_j = A_{j+1} = A_{j+2} = \dots = A_k, \quad (1)$$

де

$A_3$  - точка координатної прив'язки,

$A_1, \dots, A_j$  - точки, отримані зрівноваженням моментів  $m_{\alpha 0}$  та  $m_{0\beta}$ ,

$A_{j+1}, \dots, A_k$  - точки, отримані зрівноваженням моментів  $m_{\alpha\beta}$ ,

Отже,

$$X_1 = X_2 = X_3 = \dots = X_j = X_{j+1} = X_{j+2} = \dots = X_k, \quad (2)$$

$$Y_1 = Y_2 = Y_3 = \dots = Y_j = Y_{j+1} = Y_{j+2} = \dots = Y_k, \quad (3)$$

Якщо при виставленні додаткових комплектів масок, при повороті зображення від  $0$  до  $\pi/2$  фіксується одне або два значення відсутності зміщень вздовж осей  $X$  та  $Y$  водночас, то на виході 36 блока керування виробляється сигнал, відповідний  $Z_{12}$  ознаці наявності однієї пари ортогональних осей  $X$  та  $Y$ , отже вирази (1), (2), (3) для цієї ознаки справедливі з періодом інваріантної ознаки підкласу  $\pi/2p$  ( $p = 1$ ).

Якщо при виставленні додаткових комплектів масок при повороті зображення від  $0$  до  $\pi/2$  фіксується парне значення відсутності зміщень  $\{\Delta x'_i}, \{\Delta y'_i\}$  вздовж осей  $X$  та  $Y$  водночас, то на виході 37 виробляється сигнал  $Z_{13}$ , відповідний ознаці наявності парного числа пар осей  $X$  та  $Y$ , тобто на заданому проміжку повороту справедливості виразів (1), (2), (3) підтверджується парним числом та відповідає періоду інваріантної ознаки підкласу  $\phi = \pi/2p$  ( $p = 2k$ ).

Якщо при виставленні додаткових комплектів масок при повороті зображення від  $0$  до  $\pi/2$  фіксується непарне значення відсутності зміщень  $\{\Delta x'_i, \Delta y'_i\}$  вздовж осей  $X$  та  $Y$  водночас, то на виході 38 виробляється сигнал  $Z_{14}$  відповідний ознаці наявності непарного числа пар осей  $X$  та  $Y$ , отже, вирази (1), (2), (3) підтверджуються непарним числом та відповідає періоду інваріантної ознаки  $\varphi = \pi/2p$  ( $p = 2k+1$ )

Якщо ж на етапі первинного центрування виділена ознака класу центрально-симетричного зображення при виставлених додаткових комплектах масок не підтверджується ознакою підкласу, то це свідчить про наявність у зображенні лише центру симетрії та відсутності певного числа пар осей

Нові  $Z_{21}, Z_{22}, Z_{23}, Z_{24}$  містять в собі інформацію про підкласи зображень з осью симетрії (див фіг 9)

Якщо при виставленні додаткових комплектів масок, відповідних зрівноваженню моментів змішаних порядків  $\alpha, \beta$  при повороті зображення від  $0$  до  $\pi/2$  фіксується лише один раз значення зміщень уздовж однієї з осей, то на виході 39, 40 блока керування виробляються сигнали, відповідні ознакам  $Z_{21}, Z_{22}$  наявності лише однієї конкретної осі симетрії  $X$  або  $Y$ . Це означає, що якщо при одному і тому ж конкретному куті повороту зміщення вздовж осей  $X$   $\{\Delta x'_i\} \neq 0$ ,  $\{\Delta y'_i\} = 0$ , а точки "центру-образу" знаходяться на одній конкретній осі  $X'$ , тобто

$$A_1, A_2, A_3, \dots, A_j, A_{j+1}, A_{j+2}, \dots, A_k \in X', \quad (4)$$

тобто справедлив і вирази

$$x_1 \neq x_2 \neq x_3 \neq \dots \neq x_j \neq x_{j+1} \neq x_{j+2} \neq \dots \neq x_k, \quad (5)$$

$$y_1 = y_2 = y_3 = \dots = y_j = y_{j+1} = y_{j+2} = \dots = y_k \quad (6)$$

На виході 39 блока керування виробляється сигнал, відповідний ознаці  $Z_{21}$  наявності однієї конкретної осі симетрії  $X'$ , що відповідає періоду інваріантної ознаки

$$\varphi = \frac{\pi}{n}, (n = 2k, k = 1)$$

Сигнал на вході 40 буде отриманий в випадку визначення ознаки  $Z_{22}$ , відповідного наявності однієї конкретної осі симетрії  $Y'$ , оскільки  $\{\Delta y'_i\} \neq 0$ ,  $\{\Delta x'_i\} = 0$

Тобто

$$A_1, A_2, A_3, \dots, A_j, A_{j+1}, A_{j+2}, \dots, A_k \in Y', \quad (7)$$

$$x_1 = x_2 = x_3 = \dots = x_j = x_{j+1} = x_{j+2} = \dots = x_k, \quad (8)$$

$$y_1 \neq y_2 \neq y_3 \neq \dots \neq y_j \neq y_{j+1} \neq y_{j+2} \neq \dots \neq y_k \quad (9)$$

Ознаки  $Z_{23}, Z_{24}$  містять в собі інформацію про наявність декількох осей  $X, Y$ . В даному випадку  $Z_{23}$  - ознака наявності декількох осей  $X'$ , визначається за сигналом на вході 41 блоку управління, якщо при повороті зображення від  $0$  до  $\pi/2$  для додаткових комплектів масок  $\alpha, \beta$  фіксується декілька раз (непарних) значень зміщень вздовж однієї осі  $X$ , тобто  $\{\Delta y'_i\} = 0$ , а  $\{\Delta x'_i\} \neq 0$ . Ознака  $Z_{24}$ , яка відповідає наявності декількох осей  $Y'$ , визначається по сигналу на виході 42 блока керування, якщо при повороті зображення від  $0$  до  $\pi/2$  для додаткових комплектів масок  $\alpha, \beta$  фіксується декілька раз значення зміщень вздовж осі  $Y$ , тобто,  $\{\Delta y'_i\}$

$\neq 0$ , а  $\{\Delta x'_i\} = 0$ , що відповідає періоду інваріантної

$$\text{ознаки } \varphi = \frac{\pi}{n}, (n = 2k + 1, k = 1)$$

За цикл обробки в пам'яті блока керування 11 зберігаються всі значення зміщень  $\{\Delta x_i\}, \{\Delta x'_i\}$  та  $\{\Delta y_i\}, \{\Delta y'_i\}$ , що визначаються на першому та другому етапах повторних центрувань. Після визначення однієї із ознак  $Z_{11}, Z_{12}, Z_{13}, Z_{14}$  підкласу центральної симетрії або  $Z_{21}, Z_{22}, Z_{23}, Z_{24}$  підкласу осьової симетрії по одному із вислідних сигналів отриманих на виході пристрою, блок керування 11 на виході 34 видає сигнал "Кінець операції розпізнання". Після цього на оптичний вхід пристрою для розпізнання подається інше зображення. Формувачі 5, 6 сигналу статичних моментів (див фіг 5) формують сигнали статичних моментів першого порядку в суміжних півплощинах  $X' < 0'$ ,  $X' > 0'$  і  $Y' < 0'$ ,  $Y' > 0'$  при первинному центруванні та сигнали статичних моментів більш високого порядку  $m_{\alpha 0}, m_{\beta 0}$  на першому етапі,  $m_{\alpha p}, m_{\beta p}$  на другому етапі повторних центрувань.

Блок заміни комплектів тінювих бінарних масок 7 формувача 5 містить  $n$ -комплектів тінювих бінарних масок  $45_1 - 45_n$  з двома коефіцієнтами перепускання  $K_1 = 1, K_2 = 0$ , притому частина з них (2, 3, ...,  $n$ ) використовуються на першому етапі, друга ( $j + 1, j + 2, \dots, k$ ) - на другому етапі повторних центрувань коефіцієнту  $K_1 = 1$  для 1, 2, 3, ...,  $j$ -го комплектів масок відповідають прозорі смуги (заштриховані), коефіцієнту  $K_2 = 1$  - непрозорі смуги (заштриховані) смуги тінювих масок, причому вісь симетрії кожної тінювої бінарної маски паралельна напрямку її прозорих та непрозорих смуг. Тінюві маски  $K_2 = 0$  першого комплекту модулюють оптичні сигнали статичних моментів  $\|m_{10}^{y' < 0'}\|, \|m_{10}^{y' > 0'}\|$ , виконані таким чином, що функція перепускання  $k(x)$  вхідного світлового потоку  $i$ -ю маскою у формувачі 5 може приймати значення

$$1, \text{ якщо } k_i = 1 \text{ в розкладанні } X = \sum_{i=1}^n k_i 2^{i-1}, y = 0, \quad (10)$$

$$k(x) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } k_i = 1 \\ 0, & \text{в протилежному випадку} \end{cases}$$

Незалежно від значення  $Y$  у виразі (10) функція  $k(x)$  залежна від абсциси  $x$  першого ступеню і може приймати значення  $x = 1, 2, 3, \dots$ . Аналогічно, для формувача 6 тінюві маски  $45_1 - 45_n$  модулюють оптичні сигнали статичних моментів

$$\|m_{10}^{x' < 0'}\|, \|m_{10}^{x' > 0'}\| \text{ функція } k(y) \text{ незалежна від } x$$

$$1, \text{ якщо } k_i = 1 \text{ в розкладанні } X = \sum_{i=1}^n k_i 2^{i-1}, x = 0, \quad (11)$$

$$k(y) = \begin{cases} 1, & \text{якщо } k_i = 1 \\ 0, & \text{в протилежному випадку} \end{cases}$$

У виразі (11) функція  $k(x)$  залежна від ординати в першому ступені та також приймає значення  $y = 0, 1, 2, 3, \dots$

На першому етапі повторних центрувань 2, 3, ...,  $n$  комплектами тінювих бінарних масок формувачем 5 здійснюється просторова модуляція оптичних сигналів статичних моментів більш високих порядків  $\|m_{\alpha 0}^{x' < 0'}\|, \|m_{\beta 0}^{x' > 0'}\|$  в суміжних півплощинах, з у формувачі 6 - статичних моментів  $\|m_{\beta 0}^{y' < 0'}\|, \|m_{\alpha 0}^{y' > 0'}\|$

Таким чином, функції перепускання  $k(x^\alpha)$  і  $k(y^\beta)$  фільтру у формувачах 5 та 6 відповідно, в загальному вигляді можуть бути записані так

$$k(x^\alpha) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } k_1 = 1 \text{ в розкладанні } X = \sum_{i=1}^n k_i 2^{i-1}, y = 0, \\ 0, \text{ в протилежному випадку} \end{cases} \quad (12)$$

$$k(y^\beta) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } k_1 = 1 \text{ в розкладанні } y = \sum_{i=1}^n k_i 2^{i-1}, x = 0, \\ 0, \text{ в протилежному випадку} \end{cases} \quad (13)$$

Кількість тьових бінарних масок для кожного комплекту в блоках заміни комплектів масок 7 та 8 різноманітна, залежить від вимірності інформаційного поля  $N$  ( $M$ ) та порядку статичного моменту  $\alpha(\beta)$ , в загальному випадку визначається так

$$n = \log_2 N^\alpha \quad (14)$$

де  $N = M$  - вимірність інформаційного поля

$\alpha, \beta$  - порядок статичних моментів  $\alpha, \beta$

На другому етапі повторних центрувань  $\lceil + 1, \lceil + 2, \dots, k$  комплектами тьових бінарних масок 5 формувачем здійснюється просторова модуляція оптичних сигналів статичних моментів змішаних

порядків  $\|m\|_{\alpha\beta}^{x' < 0'}$  і  $\|m\|_{\alpha\beta}^{x' > 0'}$  в суміжних півплощинах, а у формувачі 6 - статичних моментів  $\|m\|_{\alpha\beta}^{y' < 0'}$  і  $\|m\|_{\alpha\beta}^{y' > 0'}$ . Функція перепускання оптичного

фільтру у формувачі 5 та 6 - залежна від  $x, y$  і являє собою двовимірну бінарну маску, яка приймає значення 0 (незаштриховані дискрети) або 1 (заштриховані дискрети) в залежності від набору  $\alpha, \beta$  і в загальному випадку може бути представлена в вигляді

$$k(x^\alpha y^\beta) = \begin{cases} 1, \text{ якщо } k = 1 \text{ в розкладанні } x^\alpha y^\beta = \sum_{i=1}^n k_i 2^{i-1}, y = 0, \\ 0, \text{ в протилежному випадку} \end{cases} \quad (15)$$

де

$k_i$  - коефіцієнт двійкового розкладання, який відповідає змішаному моменту  $m_{\alpha\beta}$ ,

$n$  - число розрядів двійкового розкладання

Максимальне число розрядів двійкового розкладання

$$n_{\max} = \max(\alpha) \cdot \log_2 N^\alpha + \max(\beta) \log_2 M \quad (16)$$

Тому, максимальне число оптичних перетворювачів 49<sub>1</sub> - 49<sub>n</sub>, а також максимальне число перших фотоприймачів 50<sub>1,1</sub>, 50<sub>2,1</sub>, 50<sub>3,1</sub>, ..., 50<sub>n,1</sub> других фотоприймачів 50<sub>1,2</sub>, 50<sub>2,2</sub>, ..., 50<sub>n,2</sub>, у формувачі вибирається згідно виразу (16) за найбільш високим порядком статичних моментів  $m_{\alpha\beta}$  які використовуються в пристрої

$N$  пари, оптичних перетворювачів 49<sub>1</sub> - 49<sub>n</sub> виконані у вигляді 2-х пірамідальних фоконов для кожного перетворювача, вхідні прямокутні апертури яких з'єднані до однієї сторони, причому, в кожній з пар  $n$  - етичних перетворювачів 49<sub>1</sub> - 49<sub>n</sub> формувача 5 лінія сполучення співпадає з віссю  $Y'$ , зв'язаної полем зору пристроєм декартової системи координат, а  $n$  - пари перетворювачів блоку 6 - з віссю  $X'$ . Оптичні перетворювачі можуть являти собою моноплні фокуси або збиральні лінзи

Світлові сигнали, які відповідають зображенню об'єкт вхідної орієнтації, з розподілом яскравості  $f(x, y)$  після розмноження та розподілу мультиплікаторами 4 на два однакових світлових потоки надходять на  $n$ -оптичні входи формувачів 5 і 6

Оскільки робота формувача сигналів статичних моментів 5 ідентична роботі формувача 6, то розглянемо роботу одного з них, наприклад 5 (див фіг 2)

Оптичні виходи формувача 5 оптично з'єднані з оптичними  $n$ -входами блоку заміни комплектів тьових бінарних масок 7. В залежності від етапів центрування в блоці 7 по входу 24 на першій прозорій підложці виставляються комплекти тьових бінарних масок 45<sub>1</sub> - 45<sub>n</sub> з двома коефіцієнтами перепускання, прийому, коефіцієнту  $k_1 = 1$  відповідає прозора (заштрихована) смуга або дискрети коефіцієнту  $k_2 = 0$  - непрозора (незаштрихована) смуга або дискрети

Перша група керуючих виходів 23 блока керування 11 по  $k$ -розрядній шині логічних сигналів, які формують адреси комплектів масок для операцій розпізнання класів та підкласів зображень, з'єднана з входами дешифратора 43

1-й код подається з виходу 23 блока керування 11 дня виставлення у формувачі 5 1-го комплекту тьових бінарних масок 45<sub>1</sub> - 45<sub>n</sub>, подається до дешифратора 43 блоку 7 по входу 24. Дешифратор 43 виробляє код на рух 1-го комплекту масок, Число входів  $K$  дешифратора 43 однозначно відповідає числу рухомих штанг електромагнітів та числу комплектів тьових масок. Причому, кожний 1-й комплект масок виставляється при висуванні штанги 1-го електромагніту 44<sub>1</sub>, 1-м керуванням кодом дешифратора 43. Кожний 1-й електромагніт 44<sub>1</sub> містить штангу з прозорою підложкою, одна з сторін якої з'єднана з виходом штати 1-го електромагніта, інша сторона підложки містить рухомий контакт 46<sub>1</sub>, який здійснює замикання при черговому виставленні масок з непорушним контактом 47 у формувачі 5. Фіксація виставлення будь-якого комплекту масок здійснюється для формувача 5 по першому керуючому входу 12 блоку управління 11, для формувача 6 - по входу 13

Дешифратори 43 в кожному з блоків заміни масок 7, 8 можуть бути реалізовані на мікросхемах

K155ИД1 з прямими виходами,

K155ИД1 з інверсними виходами

Для дешифраторів з прямими або інверсними виходами один з його виходів збуджується, що призводить до спрацювання одного з електромагнітів (для мікросхем K155ИД1) або відключенню одного із електромагнітів (K155Д3). Конкретна реалізація дешифраторів не вносить жодних змін в роботу блоків 7,8, а спрацювання одного із електромагнітів (його включення або відключення) призводить до висування комплекту тьових бінарних масок в необхідне положення без перешкод для інших комплектів масок, оскільки код адреси на виставлення конкретного комплекту масок в циклі операції розпізнання задається блоком керування

Світловий потік вхідного зображення з розподілом яскравості  $f(x, y)$ , що надходить по  $n$  входах блока заміни тьових бінарних масок 7 проходить через перший комплект тьових бінарних масок 45<sub>1</sub> - 45<sub>n</sub> та підлягає просторовій модуляції. Виставлення першого комплекту масок здійснюється замиканням рухомою першою контакту 46<sub>1</sub>, який встановлений на першій підложці блока 7, з непорушним 47 та передачею керуючого сигналу по

входу блоку 7 на вхід 12 блока керування 11

Інформація про розподіл інтенсивності світла всього зображення в блоку з урахуванням функції перепускання фільтра  $k(x)$  через тінюві бінарні маски представляється пофрагментно

$$\|\Phi p_g\| = \{a_{ps_g}\} \otimes \{\Phi p_{ps_g}\} \quad (8)$$

де

$\|\Phi p_g\|$  - норма матриці  $g$ -го фрагменту, отриманого після модуляції  $g$ -ю маскою  $i$ -го комплекту,

$\{a_{ps_g}\}$  елементи яскравості з координатами  $p$ ,

$S$ , які приймають значення, що належать зображенню (1) - якщо елемент знаходиться в зонах прозорих смуг  $g$ -ї маски  $i$ -го комплекту,

$\{\Phi p_{ps_g}\}$  елементи  $i$ -го комплекту  $g$ -ї тінювої

маски, які дорівнюють

$$1, \text{ якщо } k_i = 1 \text{ в розкладанні } X = \sum_{i=1}^n k_i 2^{-i}, \text{ при } y = 0, \\ 0, \text{ в протилежному випадку}$$

Наведемо конкретний приклад симетричного зображення об'єкта відносно  $O'Y$ , який знаходиться в полі зору. Розкладання зображення по фрагментам при його первинному центруванні за моментами  $m_{10}$  та  $m_{01}$  відповідно у формувачах 5 та 6 першим комплектом тінювих масок за вагами координат в умовних одиницях, який складається із трьох фрагментів ( $\Phi p_1$ ,  $\Phi p_2$  та  $\Phi p_3$ ), міститься на фіг 11. Розкладання зображення, яке показано трьома фрагментами  $\Phi p_1$ ,  $\Phi p_2$  та  $\Phi p_3$  на першому та другому етапах повторних центрувань, наприклад, за моментами  $m_{20}$  та  $m_{02}$ , та змішаному  $m_{21}$  у формувачах 5 та 6 відповідно другим та  $(j+1)$  комплектами тінювих бінарних масок за вагами координат в умовних одиницях містяться на фіг 12 та 13.

Далі світловий потік надходить на  $n$ -входи оптичних перетворювачів  $49_1 - 49_n$ . Кожна з груп оптичних перетворювачів  $49_1 - 49_n$  являє собою два пірамідальних фокони, з'єднаних по одній стороні прямокутних вхідних апертур. Кожний пірамідальний фокон виконує інтегрування вхідного світлового потоку шляхом того, що збирає в одну маленьку площадку вихідної апертури випромінювання із всієї прямокутної апертури. При цьому у формувачі 5 перші фокон  $n$ -перетворювачів для  $i$ -го комплекту тінювих масок, інтегрують інтенсивність світла за фрагментами  $\|\Phi p_i\|^{x' < 0'}$  в півплощинах  $x' < 0'$ , а другі фокони  $n$ -перетворювачів інтегрують інтенсивність світла за фрагментами  $\|\Phi p_i\|^{x' > 0'}$  в півплощинах  $x' > 0'$ .

Світлові потоки фрагмента зображень надходять на відповідні входи фотоприймачів та перетворюються ними в електричні напруги. Світлові сигнали, які відповідають фрагментам  $\|\Phi p_1\|^{x' < 0'}$ ,  $\|\Phi p_2\|^{x' < 0'}$ , ...,  $\|\Phi p_n\|^{x' < 0'}$ , надходять на перші фотоприймачі  $50_{11}$ ,  $50_{21}$ , ...,  $50_{n1}$ , а світлові сигнали, які відповідають фрагментам  $\|\Phi p_1\|^{x' > 0'}$ ,  $\|\Phi p_2\|^{x' > 0'}$ , ...,  $\|\Phi p_n\|^{x' > 0'}$  - на другі фотоприймачі  $50_{12}$ ,  $50_{22}$ , ...,  $50_{n2}$ , та перетворюються

ними в електричні сигнали по інтегральним інтенсивностям фрагментів зображення відповідно

$$U_{11} \sim \|\Phi p_1\|^{x' < 0'}, U_{21} \sim \|\Phi p_2\|^{x' < 0'}, \dots, U_{1n} \sim \|\Phi p_n\|^{x' < 0'}$$

- для перших фотоприймачів,

$$U_{12} \sim \|\Phi p_1\|^{x' > 0'}, U_{22} \sim \|\Phi p_2\|^{x' > 0'}, \dots, U_{n2} \sim \|\Phi p_n\|^{x' > 0'}$$

- для других фотоприймачів

Таким чином, на виходах  $g$ -х перших та других фотоприймачів  $50_{g1}$  та  $50_{g2}$  отримані електричні сигнали, які відповідають інтенсивностям  $g$ -х фрагментів зображення в півплощинах  $x' < 0'$ ,  $x' > 0'$ , тобто  $\|\Phi p_g\|^{x' < 0'}$  та  $\|\Phi p_g\|^{x' > 0'}$ .

В якості фотоприймачів можуть використовуватися фоторезистори, фотодиоди, фототранзистори та схеми на їхній основі, причому від фотоприймачів кожної пари вимагається, тільки ідентичність характеристик перетворення. Просторове інтегрування сум інтенсивностей частин зображення в півплощинах  $x' < 0'$  і  $x' > 0'$  здійснюється ваговими суматорами 51 та 52 зі зваженим підсумуванням. Визначення значень зважених сум інтенсивностей частин зображення відповідає визначенню статичних моментів  $m_{10}$ ,  $m_{01}$  в суміжних півплощинах при первинному центруванні та визначенню статичних моментів  $m_{\alpha\beta}$  - при повторних центруваннях, причому на першому етапі повторних центрувань один з індексів  $\alpha$  або  $\beta$  дорівнює нулю, на другому етапі змішані індекси  $\alpha$  і  $\beta$ , відмінні від нуля.

Статичні моменти  $m_{\alpha\beta}$  ( $\alpha = 1, \beta = 0$  та  $\alpha = 0, \beta = 1$  для первинного центрування,  $\alpha = 2, 3, \dots, \beta = 0$  та  $\alpha = 0, \beta = 2, 3, \dots$ , першого етапу та  $\alpha, \beta = 1, 2$  для другого етапу повторних центрувань), які врівноважуються відносно осі  $X'$  формувачем 5 в матричній формі можуть бути представлені

$$\|m_{\alpha\beta}\|^{x' < 0'} = 2^0 \|f[(x \pm \Delta x_i), y] \otimes \Phi p_1\|^{x' < 0'} + \\ + 2^1 \|f[(x \pm \Delta x_i), y] \otimes \Phi p_2\|^{x' < 0'} + \dots + 2^{n-1} \|f[(x \pm \Delta x_i), y] \otimes \Phi p_n\|^{x' < 0'}, \quad (17)$$

$$\|m_{\alpha\beta}\|^{x' > 0'} = 2^0 \|f[(x \pm \Delta x_i), y] \otimes \Phi p_1\|^{x' > 0'} + \\ + 2^1 \|f[(x \pm \Delta x_i), y] \otimes \Phi p_2\|^{x' > 0'} + \dots + 2^{n-1} \|f[(x \pm \Delta x_i), y] \otimes \Phi p_n\|^{x' > 0'}, \quad (18)$$

де

$f[X \pm \Delta X_i]$  - яскравість вхідного зображення, прийому враховує можливість його зсуву при  $i$ -му центруванні вздовж осі  $X$ ,

$\Phi p_1, \Phi p_2, \dots, \Phi p_n$  - фрагменти зображення, передбачені  $i$ -м комплектом 1, 2, ...,  $n$ -ю масками

Оскільки ваговий суматор 51 по входах перших фотоприймачів здійснює підсумування напруг, отриманих при інтегруванні інтенсивностей зображення в півплощинах  $x' < 0'$ , а ваговий суматор 52 по входом других фотоприймачів здійснює підсумування напруг в півплощинах  $x' < 0'$ , то вирази (17) та (18) можуть бути записані у вигляді

$$\sum_{j=1}^n 2^{j-1} U_{j1} = 2^0 U_{11} + 2^1 U_{21} + \dots + 2^{n-1} U_{n1} \sim 2^0 \|f[(x \pm \Delta x, ), y] \Theta\|^{x < 0} + 2^1 \|f[(x \pm \Delta x, ), y] \Theta\|^{x < 0} + \dots + 2^{n-1} \|f[(x \pm \Delta x, ), y] \Theta\|^{x < 0}, \quad (19)$$

$$\sum_{j=1}^n 2^{j-1} U_{j2} = 2^0 U_{12} + 2^1 U_{22} + \dots + 2^{n-1} U_{n2} \sim 2^0 \|f[(x \pm \Delta x, ), y] \Theta\|^{x > 0} + 2^1 \|f[(x \pm \Delta x, ), y] \Theta\|^{x > 0} + \dots + 2^{n-1} \|f[(x \pm \Delta x, ), y] \Theta\|^{x > 0}, \quad (20)$$

В якості вагового суматора може бути використаний підсилювач з ваговим опором на вході (Б И Анисимов, В Н Четвериков "Преобразование информации для ЭЦВМ" "Высшая школа" М, 1968, с-, 217-219)

Значення сумарних електричних сигналів, що визначаються виразами (19) та (20), надходять на входи блока віднімання 53. Блок віднімання 53 порівнює сумарні напруги вхідних сигналів, що еквівалентно порівнянню сум сумарних інтенсивностей в означених півплощинах або величин статичних моментів частин зображень в залежності від виставленого комплекту масок в блоку 7, і видає результат порівняння у вигляді вихідної напруги U.

В даному випадку сумарна напруга з виходу першого вагового суматора 52 надходить на вхід віднімання блока віднімання 53. При цьому на виході блока 53 формується напруга U.

Перший блок узгодження 9 працює таким чином, що розшифровує та кодує стан сигналу на виході блока 53 у формувачі 5. Оскільки робота першого блоку узгодження 9 ідентична роботі другого блоку узгодження 10, то розглянемо роботу одного з них, наприклад 9. Перший блок узгодження 9 (див фіг 3) складається з першого 54 та другого 55 компараторів, що містять сигнали опорної напруги, відповідно на другому інвертуючому вході першого компаратора 54 значення  $+U_1$ , на другому неінвертуючому вході другого компаратора 55  $-U_2$ . Вихідна напруга U, присутня на виході блока 53, відповідає сигналу, що сформувався, амплітуда якого може приймати позитивний або негативний знак, але не перебільшує значення опорної напруги. На виході блока 53 центроване положення фіксується першим 54 та другим 55 компараторами за станом, коли  $\|m_{\alpha\beta}\|^{x' < 0'} = \|m_{\alpha\beta}\|^{x' > 0'}$ , якщо  $U_{вх} = U_1 = U_2$ , що відповідає коду 00, де  $U_{вх} = U$ .

У випадку нерівності статичних моментів необхідно виконати зсув

ліворуч

$\|m_{\alpha\beta}\|^{x' < 0'} < \|m_{\alpha\beta}\|^{x' > 0'}$ , якщо  $U_{вх} < U_1 < U_2$ , що відповідає коду 01,

праворуч

$\|m_{\alpha\beta}\|^{x' < 0'} > \|m_{\alpha\beta}\|^{x' > 0'}$ , якщо  $U_{вх} > U_1 > U_2$ , що відповідає коду 10.

Оскільки для кодування дворозрядного слова необхідно врахувати зсув зображення та напрямок зрушення, то молодший розряд у даному випадку представляється логічною одиницею, якщо при зрівноваженні статичних моментів виникає необхідність зсуву, а старший розряд A представляється догідною одиницею при зсуві праворуч та логічним нулем при зсуві ліворуч. При цьому молодший розряд на виході елемента НЕ-РІВНОЗНАЧНІСТЬ 56 представляється логічною одиницею, якщо один з його входів приймає стан логічної одиниці, з другої - логічного нуля. Вихідний сигнал B по молодшому розряду визначається на виході блоку узгодження функцією виходу

$$B = \overline{CD} + \overline{DC}, \quad (13)$$

A кодування та розшифрування комбінацій стану логічного сигналу блоку узгодження 9 представлено в табл 2.

Таким чином, на виході відповідно першого та другого блоків узгодження 9 та 10 у формувачах 5 та 6 формуються два логічних сигнали, що є першим (старшим розрядом) та другим (молодшим розрядом) логічними сигналами дворозрядного слова, які надходять відповідно на першу та другу групи входів 14, 15 та 16, 17 блока керування 11.

Блок керування 11 працює наступним чином.

Пристрій 57 мікропрограмного керування (ПМПК) (див фіг 5) блока керування 11 може бути побудований на основі принципу програмного керування, який використовує операційно - адресну структуру керуючих слів. Необхідні для управління функціонуванням пристрою керуючі логічні сигнали наведені в табл 3, а послідовність формування керуючих сигналів  $Y_0, \dots, Y_{22}$  - на наведеному алгоритмі (див фіг 4). Синтез ПМПК 57 з програмованою логікою зводиться до розробки схеми ПМПК 57 та до створення мікропрограми, яка повинна бути записана в ППЗ 60. Розбивка закодованих керуючих сигналів по полям мікрокоманди наведена в табл 4.



Таблиця 2

№ п/п	Стан вихідного сигналу				Відповідність центрованому положенню або зсуву
	C	D	A	B	
1	0	0	0	0	центроване положення
2	0	1	0	1	зсув вліво
3	1	0	1	1	зсув вправо

Таблиця 3

№ п/п	Номер зв'язку	Позначення зв'язку	Назва сигналу
1	78	$Y_0$	Обнуління лічильників 101, 106, 119, 120
2	84	$Y_1$	Запис в лічильник 101
3	90	$Y_2$	Запис в лічильники 103, 105
4	79	$Y_3$	Запис в лічильники 104, 106
5	85	$Y_4$	Підсумування в лічильнику 103
6	91	$Y_5$	Віднімання в лічильнику 103
7	80	$Y_6$	Підсумування в лічильнику 104
8	86	$Y_7$	Віднімання в лічильнику 104
9	92	$Y_8$	Віднімання в лічильнику 101
10	81	$Y_9$	Запис в лічильник 102
11	87	$Y_{10}$	Підсумування в лічильнику 105
12	93	$Y_{11}$	Віднімання в лічильнику 105
13	82	$Y_{12}$	Підсумування в лічильнику 106
14	88	$Y_{13}$	Віднімання в лічильнику 106
15	94	$Y_{14}$	Запис в ОПЗ 108, 109
16	83	$Y_{15}$	Віднімання в лічильнику 102
17	89	$Y_{16}$	Обнуління лічильників 105, 106
18	95	$Y_{17}$	Зчитування з ОПЗ 108, 109
19	96	$Y_{18}$	Встановлення в "1" тригера 127, 128
20	97	$Y_{19}$	Встановлення в "1" тригера 69
21	98	$Y_{20}$	Запис в тригери 127, 128
22	99	$Y_{21}$	Запис в лічильники 119, 120 та реєстри 121, 122
23	100	$Y_{22}$	Запис в тригери 129, 130
24	12	$X_1$	Ознака наявності комплекту масок $45_1, \dots, 45_n$
25	13	$X_2$	Ознака наявності комплекту масок в $45_1, \dots, 45_n$
26	15	$X_3$	Ознака рівності статичних моментів відносно осі $Y'$
27	17	$X_4$	Ознака рівності статичних моментів відносно осі $X'$
28	14	$X_5$	Знак співвідношення статичних моментів відносно осі $Y^*$
29	16	$X_6$	Знак співвідношення статичних моментів відносно осі $X'$
30	76	$X_7$	Ознака нульового вмісту лічильника 101
31	77	$X_8$	Ознака нульового вмісту лічильника 102
32	—	$X_9$	Ознака нульового стану тригера 69
33	33	$X_{10}$	Ознака наявності несиметричності зображення

Вміст ППЗ 60 для випадку примусової адресації наведений в табл 5, де логічні сигнали  $X_1, \dots, X_{10}$ , закодовані таким чином

$X_1 - 0001, X_2 - 0010, X_3 - 0011, X_4 - 0100, X_5 - 0101, X_6 - 0110, X_7 - 0111, X_8 - 1000, X_9 - 1001, X_{10} - 1010$ , відсутність умов 0000 Функціональні вузли, наведені на фіг 5, можуть бути реалізовані на таких мікросхемах

програмований ППЗ 60 K155PE3,  
реєстр 61 - K555 IP23,  
дешифратори 62, 66 - K155ИД3,  
тригер 68 - K155 TM2

Пристрій 58 фіксації зміщень (ПФЗ) (див фіг 6) працює таким чином

Лічильник 101 є лічильником числа комплектів масок, в який початково записується число  $K$  комплектів масок, що використовуються пристроєм

Вміст лічильника 101 використовується для організації циклу зміни  $i$ -го комплекту тінювих бінарних масок  $45_1, \dots, 45_n$ . Тому  $k$  - розрядна адреса маски, де  $k = \log_2 K$ , з виходу 23 блоку управління 11 надходить на входи блоків 7 та 8 заміни комплектів масок, з також на інформаційні входи дешифратора 107 для вибору відповідного кристалу ОПЗ 108, 109, в сигнал  $\bar{X}_7$  з виходу "≤0" лічильника 101 через елемент НІ 110 надходить на вхід 76 ПМПУ 57, що свідчить про завершенню циклу заміни  $i$ -го комплекту масок. На вхід  $\bar{PE}$  лічильника 101 надходить керуючий сигнал  $u_1$ , на вхід обнуління - керуючий сигнал  $u_0$ , на вхід віднімання - керуючий сигнал  $u_8$ .

Лічильник 102 є лічильником числа повороту, куди початково записується величина  $L=90^\circ/\Delta\phi$ , де

Дф - крок повороту. Вміст лічильника 102 використовується для організації циклу повороту зображення, тому  $l$  – розрядна адреса, де  $l = \log_2 L$ , з виходу 30 блока керування 11 надходить на вхід блока 2 повороту зображення, а також на адресні входи ОПЗ 108, 109 для запису в них стану рівності статичних моментів частим зображення більш високих порядків при повторних центруваннях, що відповідає певним кутам повороту зображення

Сигнал  $\bar{X}_g$  з виходу " $\leq 0$ " лічильника 102 через елемент НІ 111 надходить на вхід 77 ПМПУ 57 та свідчить про завершення циклу повороту зображення. На вхід  $\bar{PE}$  лічильника 102 надходить керуючий сигнал  $y_9$ , на вхід обнуління – керуючий сигнал  $y_0$  на вхід віднімання-керуючий сигнал  $y_{15}$

Таблиця 4

1	Y1	Y2	Y3	Y4
1	Y <sub>0</sub> 001	Y <sub>1</sub> 001	Y <sub>2</sub> 001	Y <sub>18</sub> 001
2	Y <sub>3</sub> 010	Y <sub>4</sub> 010	Y <sub>5</sub> 010	Y <sub>19</sub> 010
3	Y <sub>6</sub> 011	Y <sub>7</sub> 011	Y <sub>8</sub> 011	Y <sub>20</sub> 011
4	Y <sub>9</sub> 100	Y <sub>10</sub> 100	Y <sub>11</sub> 100	Y <sub>21</sub> 100
5	Y <sub>12</sub> 101	Y <sub>13</sub> 101	Y <sub>14</sub> 101	Y <sub>22</sub> 101
6	Y <sub>15</sub> 110	Y <sub>16</sub> 110	Y <sub>17</sub> 110	Y <sub>k</sub> 110

Таблиця 5

№	Адреса	Y1	Y2	Y3	Y4	X	A0	A1
1	00000	001	000	000	000	0000	00001	00000
2	00001	010	001	001	000	0001	00001	00010
3	00010	000	000	000	000	0010	00010	00011
4	00011	000	000	000	000	0011	00100	00101
5	00100	000	000	000	000	0101	00111	00110
6	00101	000	000	000	000	0100	01000	01011
7	00110	000	000	000	000	0000	00011	00000
8	00111	000	000	010	000	0000	00011	00000
9	01000	000	000	000	000	0110	01010	01001
10	01001	011	000	000	000	0000	00101	00000
11	01010	000	011	000	000	0000	00101	00000
12	01011	100	000	011	000	0111	01100	11000
13	01100	000	001	000	000	0001	01100	01101
14	01101	000	000	000	000	0010	01101	01110
15	01110	000	000	000	000	0011	10000	01111
16	01111	000	000	000	000	0100	10001	10110
17	10000	000	000	000	000	0101	10011	10010
18	10001	000	000	000	000	0110	10101	10100
19	10010	000	100	000	000	0000	01110	00000
20	10011	000	000	100	000	0000	01110	00000
21	10100	101	000	000	000	0000	01111	00000
22	10101	000	101	000	000	0000	01111	00000
23	10110	000	000	101	000	0000	10111	00000
24	10111	110	110	000	000	1000	01110	01011
25	11000	000	000	110	001	1001	11010	11001
26	11001	110	000	110	011	1000	11001	11011
27	11010	110	000	110	100	1000	11010	11110
28	11011	000	000	000	000	1010	11111	11110
29	11111	000	000	000	101	0000	11101	00000
30	11101	010	001	000	010	0000	01011	00000
31	11110	000	000	000	110	0000	00000	00000

Лічильники 103 та 104 є лічильниками, які фіксують координати точки відліку  $A_i (X_i, Y_i)$  зображення по осям  $X$  та  $Y$  відповідно в процесі первинного центрування вхідного зображення. Тому по входам 19 та 20 відповідно початкове в лічильниках 103 та 104 записуються величини  $[N/2]$  та  $[M/2]$ , де  $N, M$  – розмірність інформаційного поля,  $[a]$  округлення числа  $A$  до більшого цілого. В зале-

жності від необхідності центрування вміст лічильників 103 та 104 може зменшуватися до 0 або збільшуватися до величини  $N$  та  $M$  відповідно, а  $n$  – та  $m$  – розрядна інформація даних лічильників, де  $n = \log_2 N$ ,  $m = \log_2 M$ , надходить з виходів 26 та 27 блока керування 11 на перший та другий входи відповідно першого блоку 1 зміщення з проекційною оптикою. На входи обнуління лічильників

103 та 104 надходить керуючий сигнал  $y_0$ , на входи  $\overline{PE}$  - керуючий сигнал  $y_2$ , на входи підсумування - керуючі сигнали  $y_4$  та  $y_6$  відповідно, на входи віднімання керуючі сигнали  $y_5$  та  $y_7$  відповідно

Лічильники 105 та 106 є лічильниками, які фіксують величини  $\Delta X_1, \Delta X_2, \Delta X_{k-1}, \Delta y_1, \Delta y_2, \Delta y_{k-1}$  зміщення зображення по осям X та Y відповідно в процесі повторних центрувань вхідного зображення. Тому по входах 19 та 20 відповідно початкове в лічильники 105 та 106 також записуються величини  $(N/2)$  та  $(M/2)$  відповідно, а n- та m-розрядна інформація даних лічильників надходить з виходів 28 та 29 блока керування 11 на входи другого блока 3 зміщення, а також на інформаційні входи ОПЗ 108, 109 відповідно для наступної обробки. На входи обнуління лічильників 105 та 106 надходять керуючі сигнали  $y_0$  та  $y_{16}$  через елемент АБО 114, на входи  $\overline{PE}$  - керуючий сигнал  $y_3$ , на входи підсумувати керуючі сигнали  $y_{10}$  та  $y_{12}$  відповідно, на входи віднімання - керуючі канали  $y_{11}$  та  $y_{13}$  відповідно

ОПЗ 108 і 109 служать для збереження величин зміщення по осям X та Y відповідно для комплектів масок  $45_1, \dots, 45_n$  з коефіцієнтами  $1, \dots, K$  при кутах повороту з коефіцієнтами  $0, \dots, (L-1)$ , причому адреса комплекту масок служить для вибору потрібної мікросхеми ОПЗ 108, 109, а адреса кута повороту є адресою, по якому запитується відповідна інформація з лічильників 105, 106 в ОПЗ 108, 109. Таким чином, ОПЗ 108, 109 складаються з K мікросхем. На входи  $\overline{WE}$  дозволу запису/зчитування ОПЗ 108, 109 надходять керуючі сигнали  $y_{14}$  (пронвертований) та  $y_{17}$  через елементи АБО 112, 113 відповідно, з виходів ОПЗ 108 інформація надходить на входи 115 ПФЗ 58, з виходів ОПЗ 109 - на входи 116 58, а виходи керуючих сигналів з'єднані з відповідними виходами 94 та 95 ПМПК 57.

Функціональні вузли, наведені на фіг 6, можуть бути реалізовані на таких мікросхемах: лічильники 101,  $\dots$ , 106 - K155 ІЕ7, дешифратор 107 - K155 ІД3, ОПЗ 108, 109 - K155 РУ2.

Пристрій 59 фіксації класів і підкласів (ПФКІП) симетричних об'єктів (див фіг 7) працює наступним чином.

В випадку рівності вхідних кодів нулю на виходах схем порівняння  $117_1, \dots, 117_k$  та  $118_1, \dots, 118_k$  формуються одиничні сигнали, що за наявності одиничних сигналів на прямих виходах тригерів 127 та 128, через елементи І 131, І 132 та І 133, І 134 відповідно надходять на D - входи тригерів 127 та 128, підтверджуючи їх одиничний стан в момент приходу на їх С - входи сигналу  $y_{20}$ . Початково тригери 127 та 128 керуючим сигналом  $y_{18}$  встановлюються в одиничний стан.

На вхід обнуління тригерів 127 та 128 надходять керуючі сигнали  $y_0$ . Таким чином, тільки при рівності вхідних кодів нулю, тобто при відсутності зсувів вздовж осей X та Y відповідно, тригери 127 та 128 залишаються в одиничному стані. Інформація на прямому та інверсному виходах тригерів 127 та 128 бере участь у формуванні вислідних сигналів ознак.

Лічильники 119 та 120 служать для підрахунку

числа відсутності зрушень вздовж осей X та Y відповідно при кожному повороті для всіх комплектів масок, тому у них на вхід  $\overline{PE}$  та вхід віднімання подається одиничний сигнал з виходів елементів І 132 та І 134 відповідно, на вхід підсумування - керуючий сигнал  $y_{21}$  на вхід обнуління - керуючий сигнал  $y_0$ . Інформація з виходів лічильників 119 та 120 у вигляді l-розрядних кодів надходить на інформаційні входи дешифраторів 123 та 124 відповідно, у яких дані на інверсних виходах першому, другому,  $(L-2) - m$  та  $(L-1) - m$  беруть участь у формуванні вислідних сигналів ознак.

Регістри зсуву 121 та 122 служать для визначення парного та непарного числа відсутності - зсувів вздовж осей X та Y відповідно, для чого вони містять парне число розрядів p, вихід останнього p-го розряду у них з'єднаний з входом обнуління, на С вхід надходить керуючий сигнал  $y_{21}$ , а на вхід послідовних даних DSR га керуючий вхід S0 надходить одиничний сигнал з а виходу елементу І 132 та І 134 відповідно. В результаті відбувається послідовний запис числа відсутності зсувів вздовж осей X та Y відповідно в p-розрядні регістри 121 та 122. Після повного заповнення регістри 121 та 122 обнуляються і процес запису триває знов. Інформація з виходів регістрів 121 та 122 надходить на інформаційні входи схем 125, 126 перевірки на парність відповідно.

Одиничний сигнал на виходах  $\Sigma E$  або  $\Sigma O$  схем 125, 126 свідчить про парність або непарність суми одиниць вхідного слова. Вихідна інформація схем 125, 126 бере участь у формуванні вислідних сигналів ознак.

Після завершення циклу обробки інформації про зсуви вздовж осей X та Y при повороті зображення для всіх комплектів масок одиничний сигнал ознаки  $Z_1$  центральної симетрії формується на прямому виході тригера 130 тільки в тому випадку, якщо в одиничному стані знаходяться обидва тригери 127 та 128. Тоді одиничні сигнали через елемент І 135 надходять на D - вхід тригера 130, на С - на вхід якого надходить керуючий сигнал  $y_{22}$ , а на вхід обнуління - керуючий сигнал  $y_0$ .

У випадку, якщо на одному з прямих виходів тригерів 127, 128 одиничний сигнал буде відсутній, на входи елементу НЕРІВНОЗНАЧНІСТЬ 147 існує одиничний сигнал, який формує на прямому виході тригера 129 одиничний сигнал ознаки  $Z_2$  осьової симетрії. У випадку відсутності одиничних сигналів на прямих виходах у обох тригерів 127, 128 на виході елементу АБО - НІ 145 формується одиничний сигнал ознаки  $Z_3$  несиметричності.

Якщо при наявності центральної симетрії ( $Z_1 = 1$ ) будуть відсутні зсуви вздовж осей X та Y незалежно від числа поворотів для устанавленого додаткового комплекту масок, тобто число відсутності зсувів вздовж осей X та Y дорівнює максимальній величині  $(L-1)$ , на виході елементу АБО НІ 146, входи якого підключені до інверсних  $(L-1)$ -х виходів дешифраторів 123, 124 та інверсного виходу тригера 130, формується одиничний сигнал нової ознаки  $Z_{11}$  підкласу нескінченного числа осей.

Якщо при наявності центральної симетрії ( $Z_1 = 1$ ) ари повороті зображення фіксується одне або два значення відсутності зрушень вздовж осей X

та  $Y$  водночас, на виході елементу  $I$  136 формується одиничний сигнал нової ознаки  $Z_{12}$  однієї пари осей, оскільки на вході елемента  $I$  136 надходять одиничні сигнали з прямого виходу тригера 130 та виходів елементів  $I$  -  $HI$  143, 144, входи яких підключені відповідно до інверсних першою та другого виходів дешифраторів 123, 124

Якщо при наявності центральної симетрії ( $Z_1 = 1$ ) при повороті зображення фіксується парне значення відсутності зсувів вздовж осей  $X$  та  $Y$  водночас, то на виході елементу  $I$  138 формується одиничний сигнал нової ознаки  $Z_{14}$  підкласу парного числа пар осей, оскільки входи елементу  $I$  137 підключені до прямого виходу тригера 130 та виходів  $\Sigma E$  схем 125, 126 перевірки на парність

Якщо при наявності центральної симетрії ( $Z_1 = 1$ ) при повороті зображення фіксується непарне число значень відсутності зсувів вздовж осей  $X$  та  $Y$  водночас, то на виході елементу  $I$  138 формується одиничний сигнал нової ознаки  $Z_{14}$  підкласу непарного числа пар осей, оскільки входи елемента  $I$  138 підключені до прямого виходу тригера 130 та виходів  $\Sigma O$  схем 125, 126 перевірки на парність

Ознаки  $Z_1, Z_2, Z_3$  класів фіксуються на виходах 31, 32, 33 блока керування 11, а нові ознаки  $Z_{11}, Z_{12}, Z_{13}, Z_{14}$  підкласів центральної симетрії - на виходах 35, 36, 37, 38 блока керування 11 відповідно

Якщо при наявності осьової симетрії ( $Z_2 = 1$ ) при повороті зображення для устанавленого додаткового комплексу масок фіксується один раз значення зміщення вздовж однієї з осей, то на виходах елементів  $I$  141,  $I$  139 формуються одиничні сигнали нових ознак  $Z_{21}, Z_{22}$  осей симетрії  $X$  або  $Y$  відповідно, оскільки входи елементів  $I$  141,  $I$  139 підключені до прямого виходу тригера 129 та до інверсних ( $L - 2$ )-х виходів дешифраторів 123, 124 відповідно

Якщо при наявності осьової симетрії ( $Z_2 = 1$ ) при повороті зображення фіксуються декілька раз непарні значення зсуву вздовж однієї з осей, то на виходах елементів  $I$  142,  $I$  140 формуються одиничні сигнали нових ознак  $Z_{23}, Z_{24}$  підкласів осьової симетрії, тобто наявність декількох осей  $X$  або  $Y$  відповідно, оскільки на входи елементів  $I$  142,  $I$  140 надходять одиничні сигнали, з прямого виходу тригера 129 і інверсних виходів тригерів 127,  $I$  128 відповідно Крім того, інверсний вхід елемента  $I$  140 з'єднаний з виходом елемента  $I$  139, а інверсний вхід елемента  $I$  142 - з виходом елемента  $I$  141

Нові ознаки  $Z_{21}, Z_{22}, Z_{23}, Z_{24}$  підкласів осьової симетрії фіксуються на виходах 39, 40, 41, 42 блока керування 11, відповідно

Функціональні вузли, наведені на фіг 7, можуть бути реалізовані на наступних мікросхемах

схеми порівняння 117, 118 - K555СП1, тригери 127, 128, 130 K155ТМ2, реєстри 121, 122 - K155ІР13, лічильники 119, 120 - K155 ІЕ7, дешифратори 123 124 -K155ІД3, схеми перевірки на парність 125, 126 - K155ІП2

На початку роботи пристрою блок керування 11 на своєму виході 31 початкове формує адреси в блоках заміни комплектів тінювих масок 7, 8, що відповідає визначенню та зрівноваженню статичних моментів першого порядку  $m_{10}$  та  $m_{01}$  Після завершення первинного центрування в формувачах 5 та 6 для здійснення першого та другого етапів повторних центрувань по першій та другій групам на керуючому виході 23 блоком керування 11 будуть подані конкретні адреси, комплектів масок, які однозначно відповідають визначенню та зрівноваженню статичних моментів більш високих порядків, які по  $k$  — розрядним шинам надходять на входи блоків заміни масок 7, 8 в формувачах 5, 6 відповідно

Пристрій, який заявляється, дозволяє обробляти бінарні та півтонові зображення, для яких градації яскравості вхідного зображення мають центральну симетрію (якщо розпізнається центральна — симетричне зображення), осьову (зображення з осьовою симетрією) Первинне та повторні центрування можуть виконуватися оптичною системою першого блоку зміщення з можливістю керованого зрушення за двома напрямками (2 — вимірні реєстри зсуву) або за допомогою акустооптичних приладів (двокоординатний акустооптичний пристрій відхилення Б А Тарков в кн "Оптическая обработка изображений" Наука, 1985 г, с 103— 110) Якщо носієм інформації про зображення є об'єктив або рефлектор, то можна застосовувати акустооптичні рефлектори або прилади для управління сигналом зсуву

Оптичні зв'язки між оптичними блоками пристрою (між першим блоком зміщення з проекціуючою оптикою, блоком повороту зображення, другим блоком зміщення, між виходами мультиплікатора, блок/заміни масок та оптичних перетворювачів) можуть забезпечуватися безпосереднім оптичним сполученням та узгодженням їх входів за допомогою волокняно — оптичних каналів зв'язку за допомогою волокняно—оптичних джгутів

Пристрій, який заявляється дозволяє не тільки розпізнавати симетричні зображення за класами, але й виділяти нові ознаки зображення, що забезпечують розпізнавання за підкласами, що забезпечує більш широкі його можливості

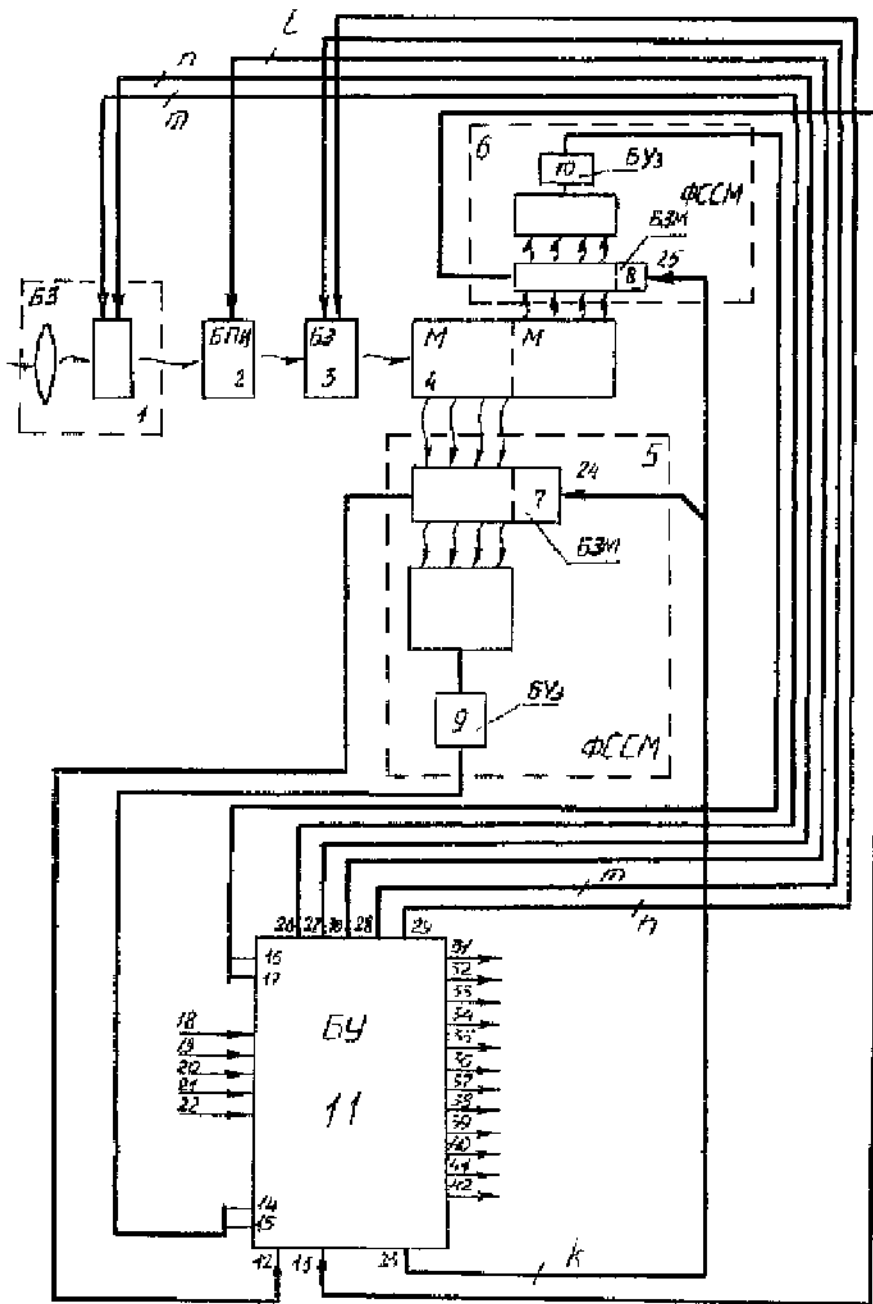
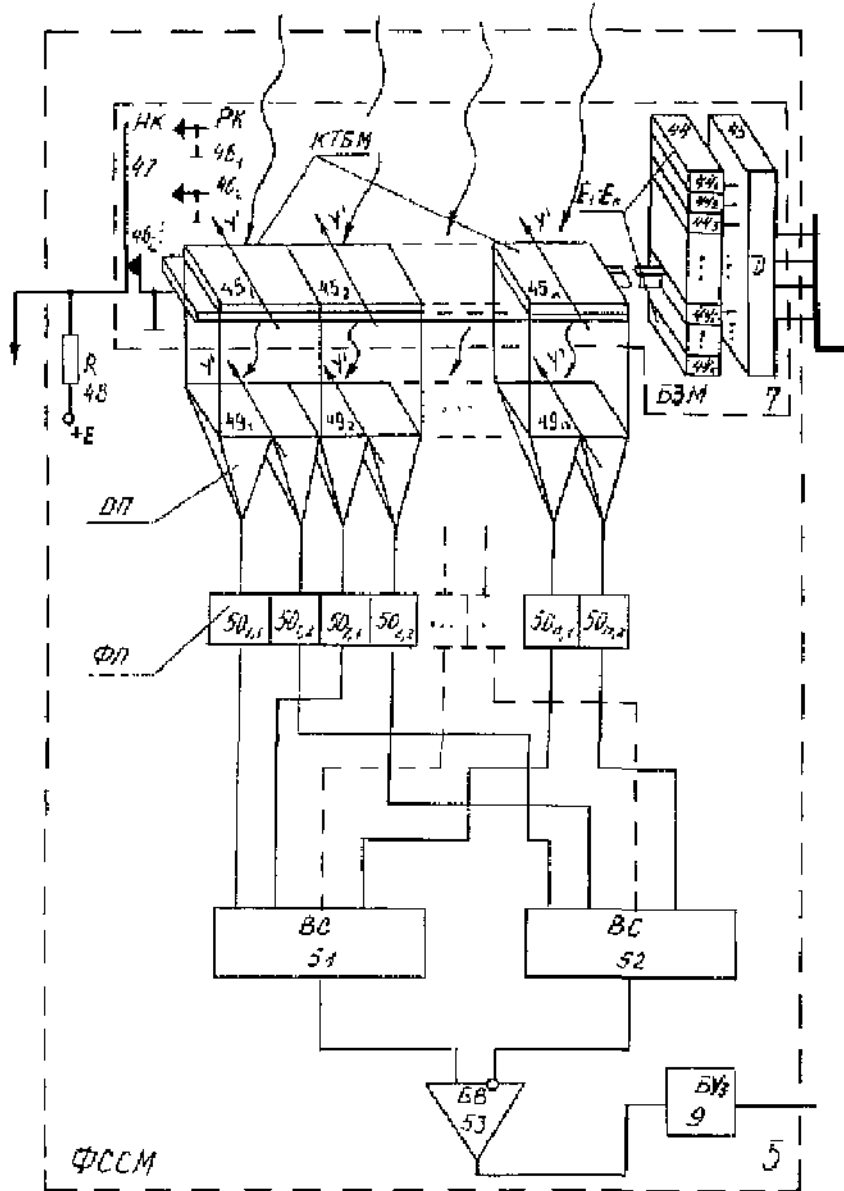
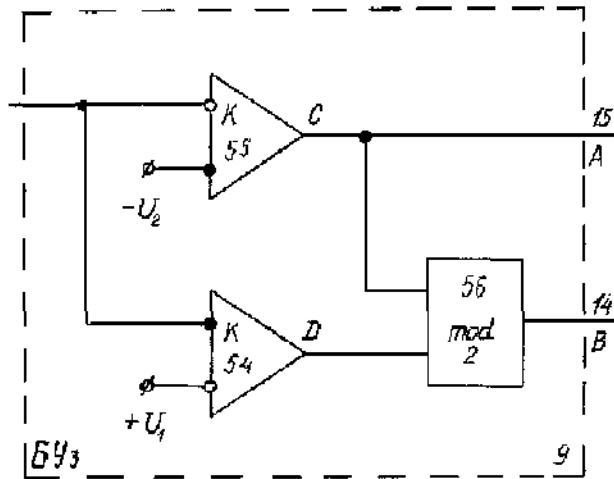


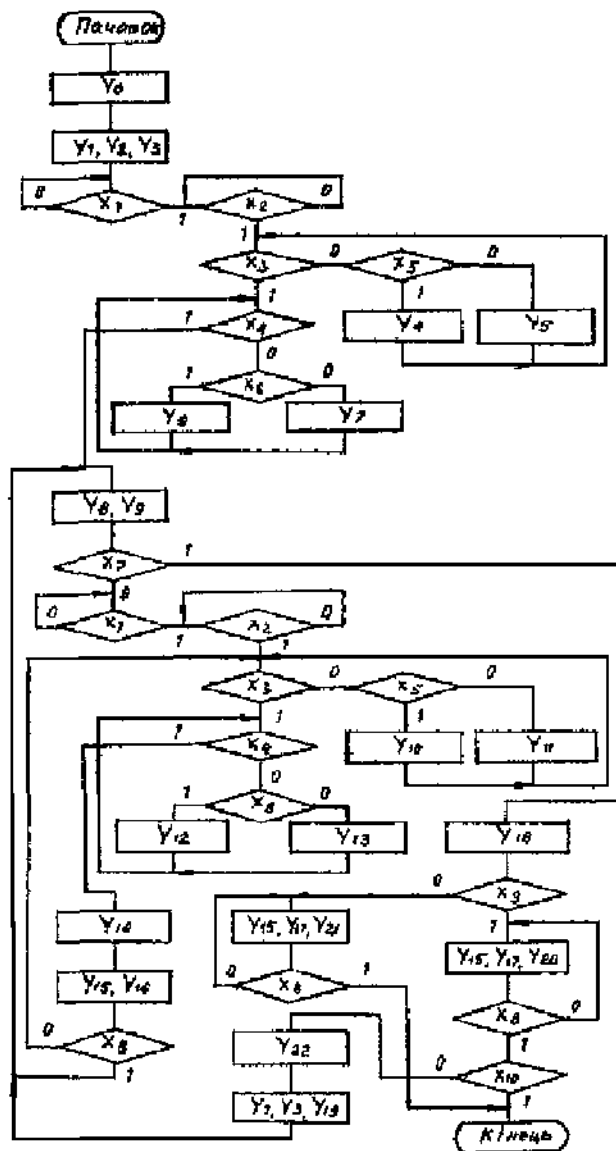
Fig. 1



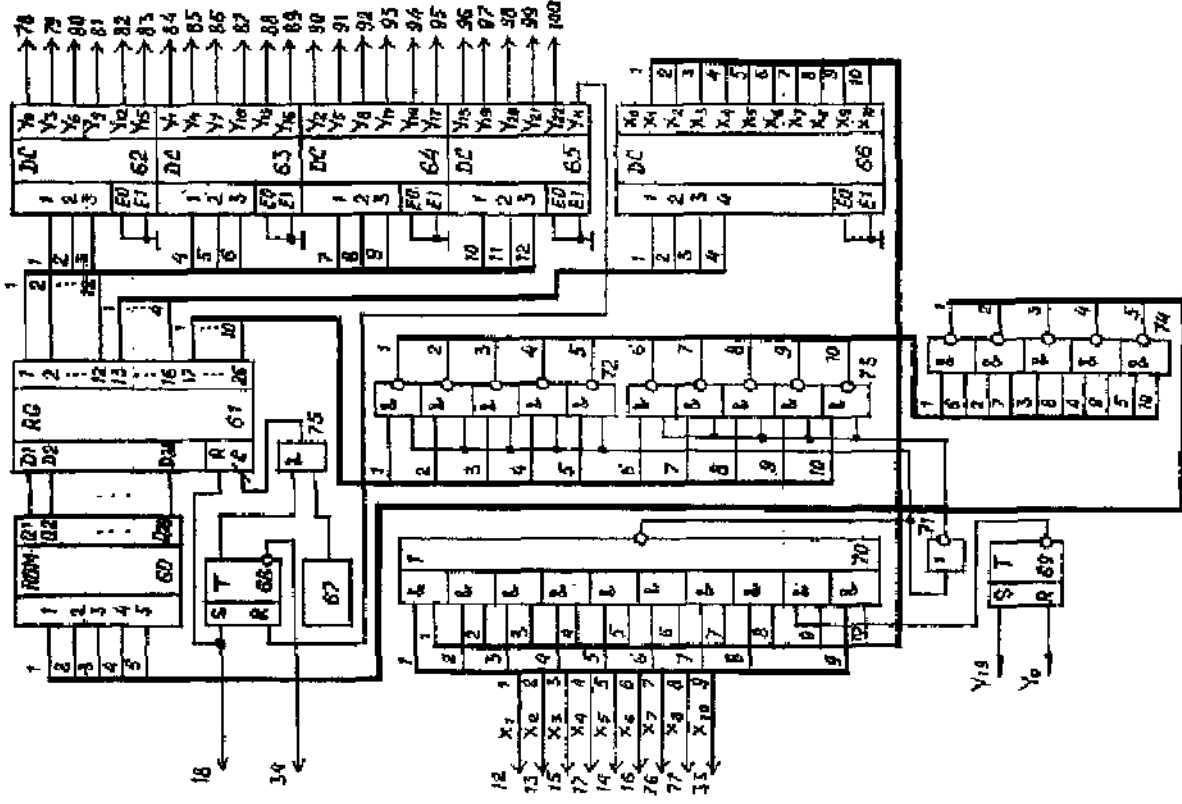
Фиг. 2



Фиг. 3

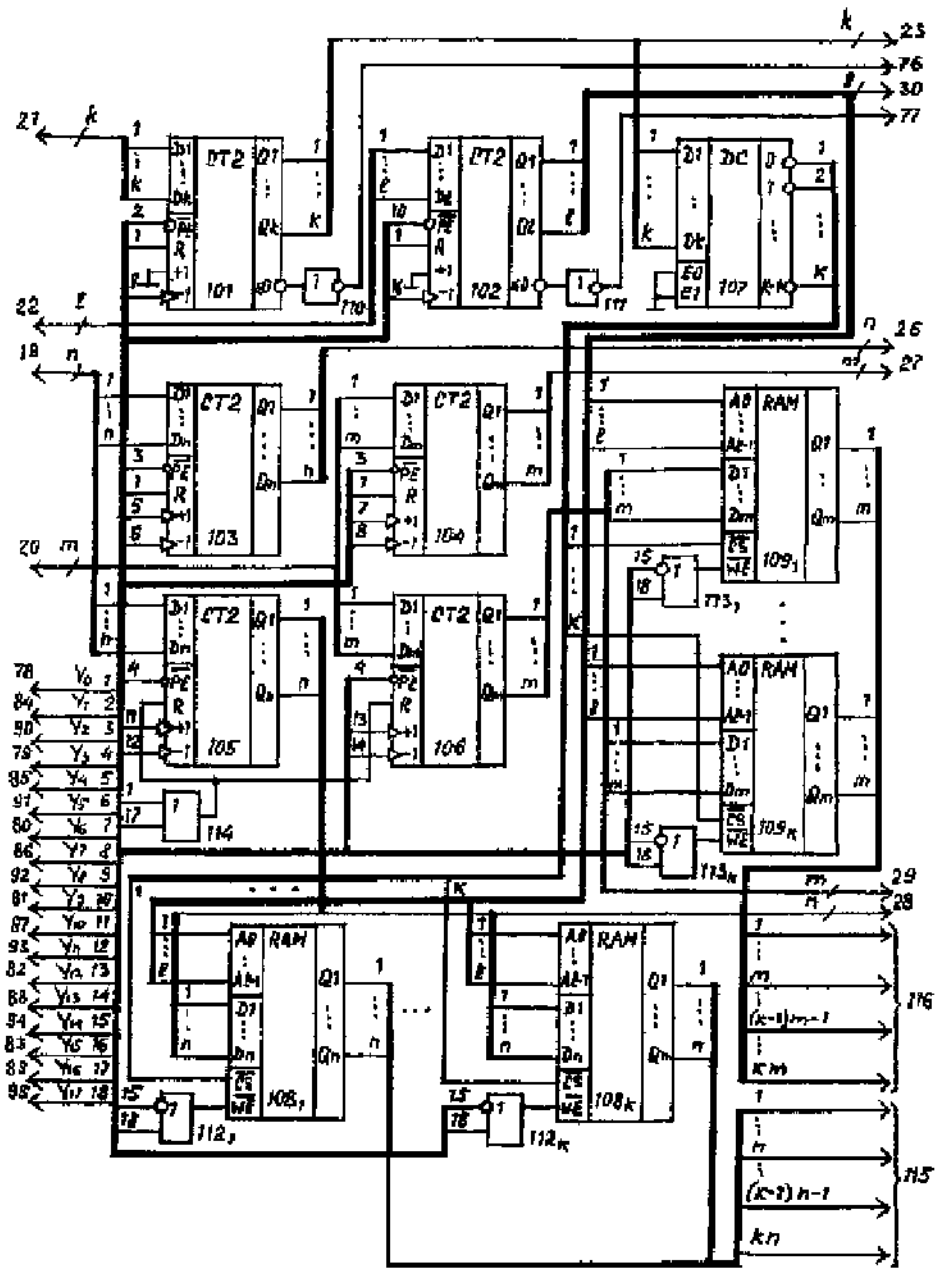


Фиг. 4

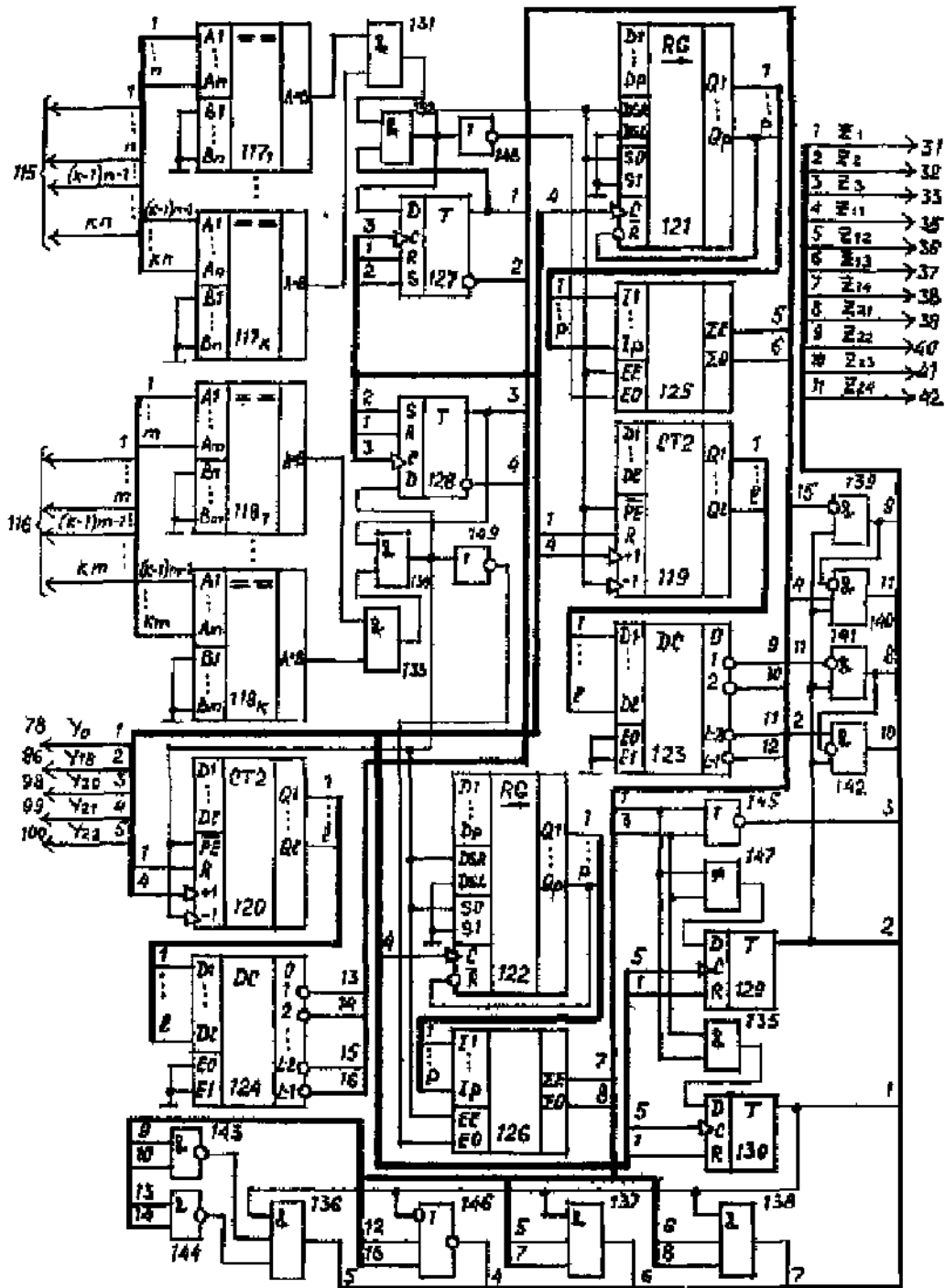


Фиг. 5

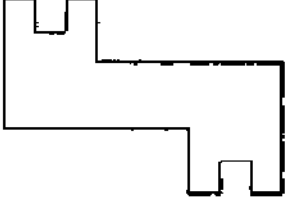
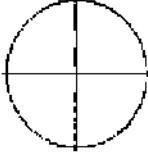
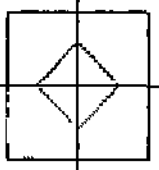
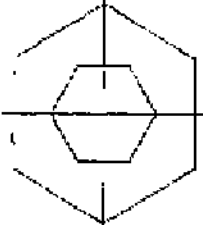
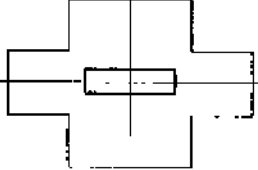
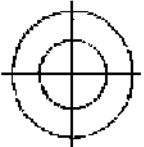
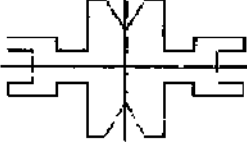
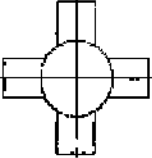
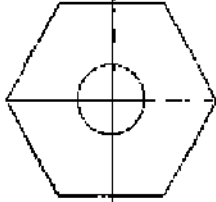




Фиг. 6



Фиг. 7

Зображення з центральною симетрією		
Зображення та ознаки класу	Зображення та ознаки підкласу	Інваріантність ознаки до повороту
<p>Загальна ознака класу:  <math>A_1 \equiv A_2 \equiv \dots \equiv A_j,</math>  <math>x_1 \equiv x_2 \equiv \dots \equiv x_j,</math>  <math>y_1 \equiv y_2 \equiv \dots \equiv y_j,</math>  <math>\{\Delta x_i\} = 0, \{\Delta y_i\} = 0.</math>                      Зображення:</p>     	<p>Загальна ознака підкласу:  <math>A_1 \equiv A_2 \equiv \dots \equiv A_j \equiv A_{j+1} \equiv \dots \equiv A_k,</math>  <math>x_1 \equiv x_2 \equiv \dots \equiv x_j \equiv x_{j+1} \equiv \dots \equiv x_k,</math>  <math>y_1 \equiv y_2 \equiv \dots \equiv y_j \equiv y_{j+1} \equiv \dots \equiv y_k,</math>  <math>\{\Delta x'_i\} = 0, \{\Delta y'_i\} = 0.</math>                      Ознаки:  <math>z_{11}</math> – безмежне число пар ортогональних осей.    <math>z_{12}</math> – пара ортогональних осей.    <math>z_{13}</math> – парне число пар осей.    <math>z_{14}</math> – непарне число пар осей.  </p>	<p><math>\varphi = \frac{\pi}{2p},</math>                      (p – число пар ортогональних осей x и y)</p> <p><math>p = \infty,</math></p> <p><math>p = 1,</math></p> <p><math>p = 2k,</math>                      (k = 1, 2, ...).</p> <p><math>p = 2k + 1,</math>                      (k = 1, 2, ...)</p>

Фіг. 8

Зображення з осью симетрії		
Зображення та позначки класу	Зображення та признаки підкласу	Інваріантність ознаки до повороту
<p><b>Загальна ознака класу:</b>                      а) зображення з віссю симетрії <math>X'</math>  <math>A_1, A_2, \dots, A_j \subset X'</math>,  <math>x_1 \neq x_2 \neq \dots \neq x_j</math>,  <math>y_1 = y_2 = \dots = y_j</math>,  <math>\{\Delta x'_i\} \neq 0, \{\Delta y'_i\} = 0</math>.</p> <p>б) зображення з віссю симетрії <math>Y'</math>  <math>A_1, A_2, \dots, A_j \subset Y'</math>,  <math>x_1 = x_2 = \dots = x_j</math>,  <math>y_1 \neq y_2 \neq \dots \neq y_j</math>,  <math>\{\Delta x'_i\} = 0, \{\Delta y'_i\} \neq 0</math>.</p> <p>Зображення:</p>	<p><b>Загальна ознака підкласу:</b>                      а) зображення з віссю симетрії <math>X'</math>  <math>A_1, A_2, \dots, A_j, A_{j+1}, \dots, A_k \subset X'</math>,  <math>x_1 \neq x_2 \neq \dots \neq x_j \neq x_{j+1} \neq \dots \neq x_k</math>,  <math>y_1 = y_2 = \dots = y_j = y_{j+1} = \dots = y_k</math>,  <math>\{\Delta x'_i\} \neq 0, \{\Delta y'_i\} = 0</math>.</p> <p>б) зображення з віссю симетрії <math>Y'</math>  <math>A_1, A_2, \dots, A_j, A_{j+1}, \dots, A_k \subset Y'</math>,  <math>x_1 = x_2 = \dots = x_j = x_{j+1} = \dots = x_k</math>,  <math>y_1 \neq y_2 \neq \dots \neq y_j \neq y_{j+1} \neq \dots \neq y_k</math>,  <math>\{\Delta x'_i\} = 0, \{\Delta y'_i\} \neq 0</math>.</p> <p>Ознаки:  <math>z_{21}</math> – одна конкретна вісь симетрії <math>X'</math>.</p> <p><math>z_{22}</math> – одна конкретна вісь симетрії <math>Y'</math>.</p> <p><math>z_{23}</math> – декілька осей симетрії <math>X'</math>.  <math>z_{24}</math> – декілька осей симетрії <math>Y'</math>.</p>	<p><math>\varphi = \frac{\pi}{n}</math>.</p> <p><math>n</math> – число осей симетрії <math>X'</math> и <math>Y'</math>.</p> <p><math>n = 2k,</math>  <math>k = 1.</math></p> <p><math>n = 2k + 1,</math>  <math>(k = 1, 2, \dots).</math></p>

Фіг. 9

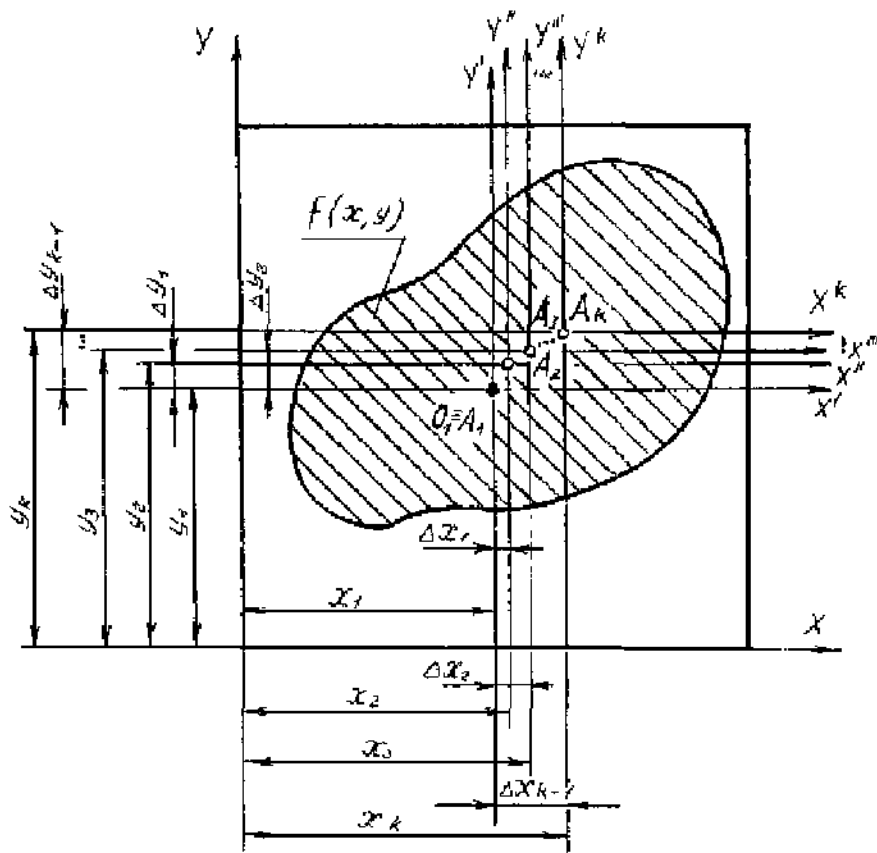


Fig. 10

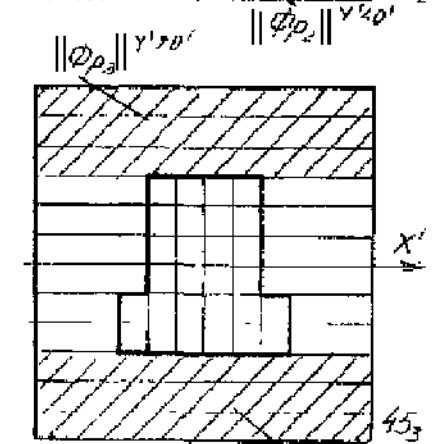
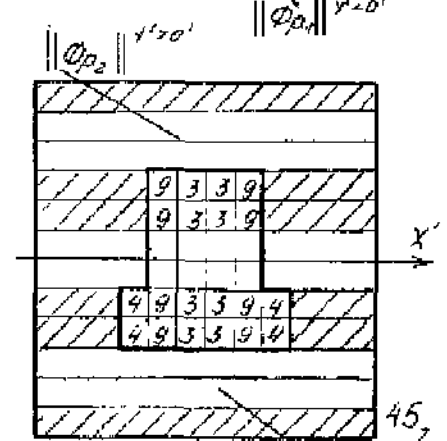
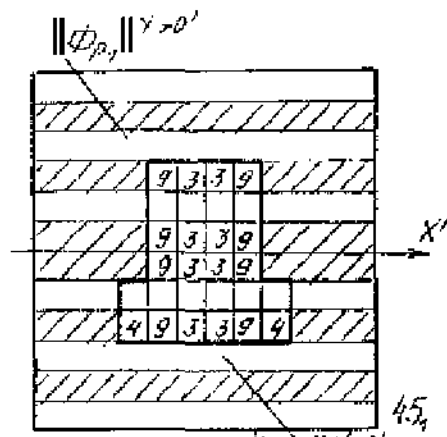
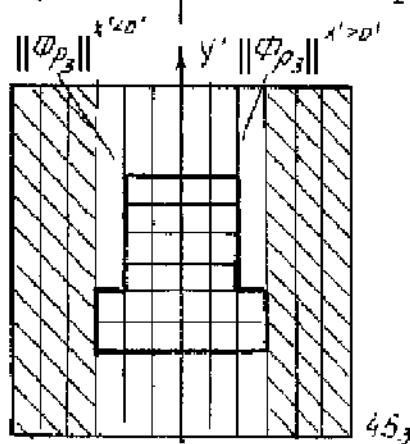
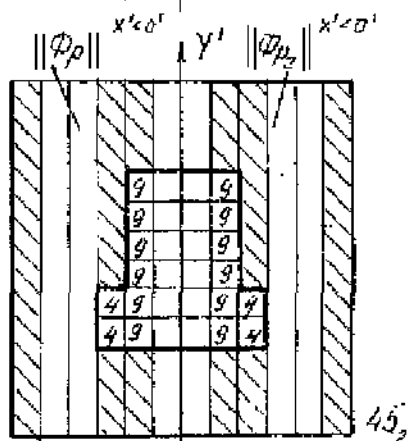
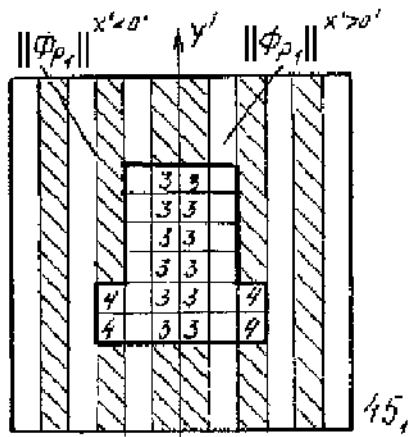


Fig. 11

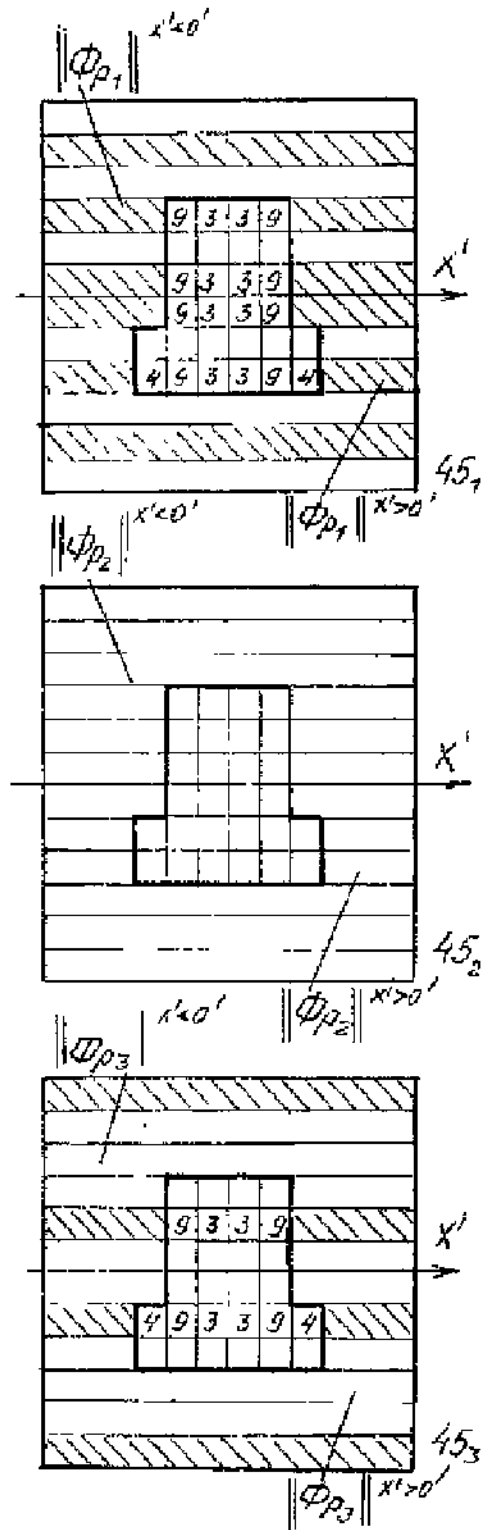
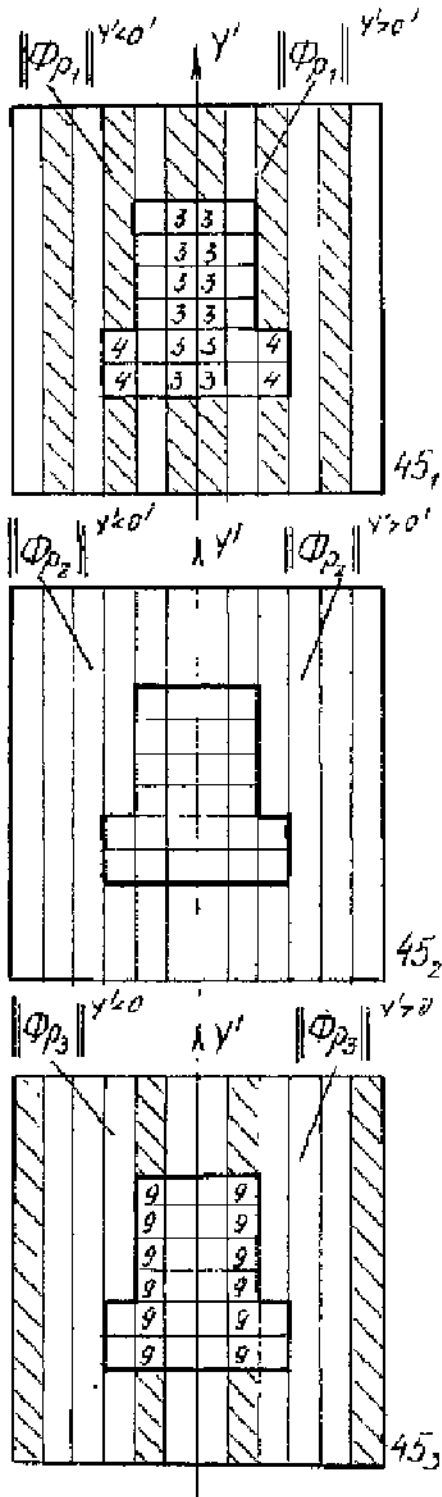


Fig. 12

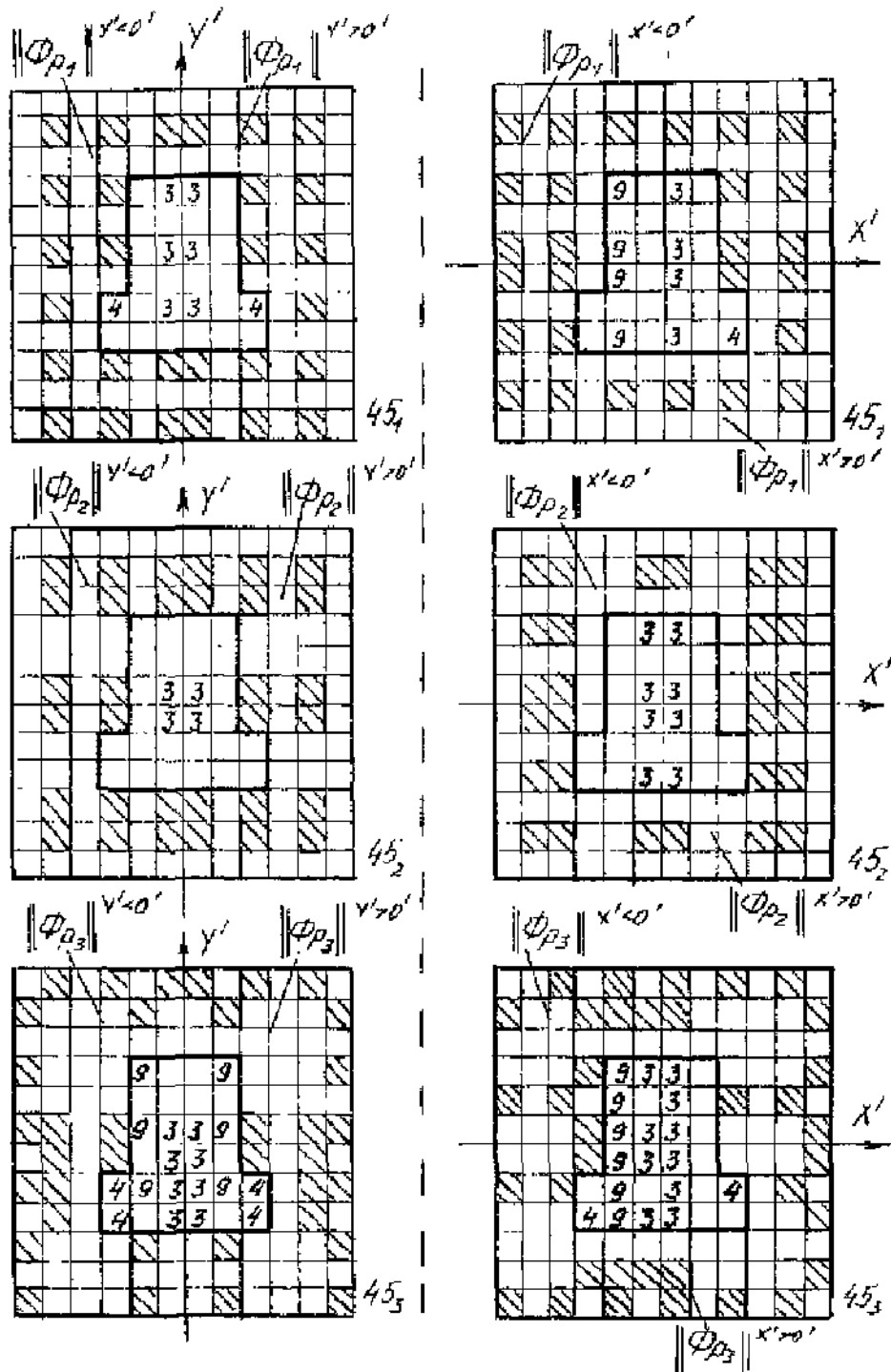


Fig. 13