



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36792 (13) A

(51) 6 G06F7/548

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОБЧИСЛЕННЯ ШВИДКИХ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЕНЬ

(21) 2000020705

(22) 09.02.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Гусятін Володимир Михайлович, Чаговець  
Ярослав Васильович, Остроушко Андрій Павло-  
вич, Янковський Олександр Аркадійович(73) харківський державний технічний університет  
радіоелектроніки

(57) Пристрій для обчислення швидких геометричних перетворень містить блок завдання вхідних параметрів, блок керування, перший, другий, третій блоки перетворення координат, перший, другий, третій логарифмічні перетворювачі, перший, другий функціональні перетворювачі, перший, другий адресні формувачі, блок формування лінії нескінченно віддалених точок, вихід якого є першим виходом пристрою, блок пам'яті, перший інформаційний вихід блока завдання вхідних параметрів з'єднаний із дев'ятьма входами першого, другого, третього блоків перетворення координат, другий інформаційний вихід з'єднаний з одинадцятьма входами першого і другого адресних формувачів, від першого до четвертого керуючі виходи з'єднані з відповідними входами першого, другого і третього блоків перетворення координат, і четвертий також зв'язаний із дев'ятьма входами першого і другого адресних формувачів, п'ятий і шостий виходи відповідно з третіми і четвертими їхніми входами, а перший вхід з'єднаний із п'ятим виходом блока керування, від другого до четвертого виходи якого з'єднані відповідно із шостими, сьомими і восьмими входами першого, другого, третього блоків перетворення координат, третіми входами першого, другого і третього логарифмічних перетворювачів, сьомими і десятими входами першого і другого адресних формувачів, шостими входами першого і другого функціональних перетворювачів і третього входу блока формування лінії нескінченно віддалених точок, перші і другі виходи першого логарифмічного перетворювача через перший функціональний перетворювач з'єднані з першим і другим входом першого адресного формувача, перший вихід другого блока перетворення координат з'єднаний із першими входами другого логарифмічного перетворювача і блока формування лінії нескінченно віддалених точок, перший і другий виходи третього логарифмічного перетворювача через другий функціо-

нальний перетворювач з'єднані з першим і другим входами другого адресного формувача, другі виходи першого і третього блоків перетворення координат з'єднані з п'ятьма входами відповідно першого і другого адресних формувачів, другий вихід другого блока перетворення координат з'єднаний із восьмими входами першого і другого адресних формувачів, що **відрізняється** тим, що в нього введений блок відображення крапкових об'єктів, що містить блок обчислення полярного кута, блок обчислення полярних координат, перший віднімач, перший і другий підсумовувачі, блок обчислення логарифма синуса і косинуса, другий і третій віднімачі, перший і другий блоки порівняння, елемент І, перший з'єднаний із четвертим і п'ятим входами, другий з'єднаний із першим входом, третій з'єднаний із другим і третім, четвертий з'єднаний із шостим і сьомим входами елементи затримки, одинадцять регістрів, послідовно з'єднані дешифратор відсутності об'єктів, перший, другий, третій і четвертий тригери, вихід останнього з'єднаний із першим входом елементу І, перший і другий виходи першого елементу затримки з'єднані відповідно з входами блока обчислення полярного кута, вихід якого через перший регістр з'єднаний із першим входом першого віднімача, вихід якого через п'ятий регістр з'єднаний із входом блока обчислення логарифма синуса і косинуса, перший вихід якого з'єднаний через восьмий регістр із першим входом першого блока порівняння, а другий вихід з'єднаний через дев'ятий регістр із першим входом другого блока порівняння, вихід другого елементу затримки з'єднаний із входом дешифратора відсутності об'єктів і з першим входом блока обчислення полярних координат, другий і третій виходи якого з'єднані із першим і другим виходами третього елементу затримки, перший вихід з'єднаний через другий регістр із другим входом першого віднімача, а другий – через третій регістр із першим входом другого підсумовувача і першого входу першого підсумовувача, вихід якого через шостий регістр з'єднаний із першим входом другого віднімача, другий вхід якого являється восьмим, а вихід з'єднаний через десятий регістр із другим входом першого блока порівняння, вихід якого через п'ятий тригер з'єднаний із другим входом елементу І, перший і другий виходи четвертого елементу затримки з'єднані відповідно з першим і третім входами четвертого регістра, вихід якого з'єднаний

(19) UA (11) 36792 (13) A

із другим входом першого підсумовувача і другого входу другого підсумовувача, вихід якого через сьомий регістр з'єднаний із першим входом третього віднімача, другий вхід якого є дев'ятим входом, а вихід з'єднаний через одинадцятий регістр із другим входом другого блока порівняння, вихід якого через шостий тригер з'єднаний із третім входом елемента І, вихід якого з'єднаний із першим входом сьомого тригера, вихід якого є третім виходом пристрою, десятим вхід з'єднаний із третіми входами першого, третього і четвертого елементів затримки, другим входом другого елемента затримки, другими входами регістрів і другими входами тригерів, при цьому третій і четвертий інформаційні виходи блока завдання вхідних параметрів з'єднані відповідно з восьмим і дев'ятим входами блока відображення крапкових об'єктів, перший вихід першого блока перетворення координат з'єднаний із першим входом першого логарифмічного перетворювача і з четвертим входом блока відображення, перший вихід третього блока перетворення координат з'єднаний із першим вхо-

дом третього логарифмічного перетворювача і п'ятого входу блока відображення, перший і другий виходи другого логарифмічного перетворювача з'єднані, відповідно, з п'ятьми і четвертими входами першого і другого функціональних перетворювачів і шостим і сьомим входами блока відображення, виходи першого і другого адресних формувачів з'єднані, відповідно, із другим і третім входами блока відображення і з першим і другим входами блока пам'яті, вихід якого з'єднаний із першим входом блока відображення крапкових об'єктів і є другим виходом пристрою, перший вихід блока керування з'єднаний із другими входами першого, другого, третього логарифмічних перетворювачів і блока формування лінії нескінченно віддалених точок, п'ятьми входами першого, другого і третього блоків перетворення координат, третіми входами першого і другого функціональних перетворювачів, шостими входами першого і другого адресних формувачів і десятим входом блока відображення крапкових об'єктів.

Винахід відноситься до обчислювальної техніки, систем технічного зору, тренажерів різноманітного призначення, а також може бути використаний в телевізійній техніці.

Відомо пристрій для формування динамічних зображень (див. а.с. СРСР №1109785 за МПК G09G 1/08, бюл. №31, 1984), що містить блок завдання вхідних параметрів і синхронізації, два блоки перетворення координат, формувач керуючих імпульсів, шини керування і вихідного сигналів.

Найбільш близьким за сукупністю ознак є пристрій для обчислення швидких геометричних перетворень (див. пат. РФ №2020557 за МПК G06F 7/548, бюл. №18, 1994). Пристрій містить блок завдання вхідних параметрів, перший, другий, третій блоки перетворення координат, блок пам'яті, блок керування, перший, другий, третій логарифмічні перетворювачі, перший, другий функціональні перетворювачі, перший, другий адресні формувачі, блок формування лінії нескінченно віддалених точок.

Описані аналог і прототип не забезпечують високу якість відображення крапкових світних об'єктів (КСО) через відсутність безупинного відображення крапкових об'єктів.

В основу винаходу поставлено завдання створення пристрою для обчислення швидких геометричних перетворень, що за рахунок введення блока відображення крапкових об'єктів і нових зв'язків забезпечив би постійне високоякісне відображення будь-якої кількості ТСО сцени на екрані.

Такий технічний результат може бути досягнутий, якщо в пристрій для обчислення швидких геометричних перетворень, що містить блок завдання вхідних параметрів, блок керування, перший, другий, третій блоки перетворення координат, перший, другий, третій логарифмічні перетворювачі, перший, другий функціональні перетворювачі, перший, другий адресні формувачі, блок формування лінії нескінченно віддалених точок, вихід якого є першим виходом пристрою, блок пам'яті, перший інформаційний вихід блока зав-

дання вхідних параметрів з'єднаний із дев'ятьми входами першого, другого, третього блоків перетворення координат, другий інформаційний вихід з'єднаний з одинадцятьма входами першого і другого адресних формувачів, від першого до четвертого керуючі виходи з'єднані з відповідними входами першого, другого і третього блоків перетворення координат, і четвертий також з'єднаний із дев'ятьми входами першого і другого адресних формувачів, п'ятий і шостий виходи відповідно з третіми і четвертими їхніми входами, а перший вхід з'єднаний із п'ятим виходом блока керування, від другого до четвертого виходи якого з'єднані відповідно із шостими, сьомими і восьмими входами першого, другого, третього блоків перетворення координат, третіми входами першого, другого і третього логарифмічних перетворювачів, сьомими і десятима входами першого і другого адресних формувачів, шостими входами першого і другого функціональних перетворювачів і третього входу блока формування лінії нескінченно віддалених точок, перші і другі виходи першого логарифмічного перетворювача через перший функціональний перетворювач з'єднані з першим і другим входом першого адресного формувача, перший вихід другого блока перетворення координат з'єднаний із першими входами другого логарифмічного перетворювача і блока формування лінії нескінченно віддалених точок, перший і другий виходи третього логарифмічного перетворювача через другий функціональний перетворювач з'єднані з першим і другим входами другого адресного формувача, другі виходи першого і третього блоків перетворення координат з'єднані з п'ятьми входами відповідно першого і другого адресних формувачів, другий вихід другого блока перетворення координат з'єднаний із восьмими входами першого і другого адресних формувачів, відповідно до винаходу, введений блок відображення крапкових об'єктів, що містить блок обчислення полярного кута, блок обчислення полярних координат, перший віднімач, перший і другий

підсумовувачі, блок обчислення логарифма синуса і косинуса, другий і третій віднімачі, перший і другий блоки порівняння, елемент І, перший з'єднаний із четвертим і п'ятим входами, другий з'єднаний із першим входом, третій з'єднаний із другим і третім, четвертий з'єднаний із шостим і сьомим входами елементи затримки, одинадцять регістрів, послідовно з'єднані дешифратор відсутності об'єктів, перший, другий, третій і четвертий тригери, вихід останнього з'єднаний із першим входом елементу І, перший і другий виходи першого елементу затримки з'єднані відповідно з входами блока обчислення полярного кута, вихід якого через перший регістр з'єднаний із першим входом першого віднімача, вихід якого через п'ятий регістр з'єднаний із входом блока обчислення логарифма синуса і косинуса, перший вихід якого з'єднаний через восьмий регістр із першим входом першого блока порівняння, а другий вихід з'єднаний через дев'ятий регістр із першим входом другого блока порівняння, вихід другого елементу затримки з'єднаний із входом дешифратора відсутності об'єктів і з першим входом блока обчислення полярних координат, другий і третій виходи якого з'єднані із першим і другим виходами третього елементу затримки, перший вихід з'єднаний через другий регістр із другим входом першого віднімача, а другий – через третій регістр із першим входом другого підсумовувача і першого входу першого підсумовувача, вихід якого через шостий регістр з'єднаний із першим входом другого віднімача, другий вхід якого являється восьмим, а вихід з'єднаний через десятій регістр із другим входом першого блока порівняння, вихід якого через п'ятий тригер з'єднаний із другим входом елементу І, перший і другий виходи четвертого елементу затримки з'єднані відповідно з першим і третім входами четвертого регістра, вихід якого з'єднаний із другим входом першого підсумовувача і другого входу другого підсумовувача, вихід якого через сьомий регістр з'єднаний із першим входом третього віднімача, другий вхід якого є дев'ятим входом, а вихід з'єднаний через одинадцятий регістр із другим входом другого блока порівняння, вихід якого через шостий тригер з'єднаний із третім входом елементу І, вихід якого з'єднаний із першим входом сьомого тригера, вихід якого є третім виходом пристрою, десятій вхід з'єднаний із третім входом першого, третього і четвертого елементів затримки, другим входом другого елементу затримки, другими входами регістрів і другими входами тригерів, при цьому третій і четвертий інформаційні виходи блока завдання вхідних параметрів з'єднані відповідно з восьмим і дев'ятим входами блока відображення крапкових об'єктів, перший вихід першого блока перетворення координат з'єднаний із першим входом першого логарифмічного перетворювача і з четвертим входом блока відображення, перший вихід третього блока перетворення координат з'єднаний із першим входом третього логарифмічного перетворювача і п'ятим входом блока відображення, перший і другий виходи другого логарифмічного перетворювача з'єднані, відповідно, з п'ятим і четвертими входами першого і другого функціональних перетворювачів і шостим і сьомим входами блока відображення, виходи першого і другого адресних

формуваців з'єднані, відповідно, із другим і третім входами блока відображення і з першим і другим входами блока пам'яті, вихід якого з'єднаний із першим входом блока відображення крапкових об'єктів і є другим виходом пристрою, перший вихід блока керування з'єднаний із другим входами першого, другого, третього логарифмічних перетворювачів і блока формування лінії нескінченно віддалених точок, п'ятьма входами першого, другою і третьою блоків перетворення координат, третім входами першого і другого функціональних перетворювачів, шостими входами першого і другого адресних формуваців і десятого входу блока відображення крапкових об'єктів.

Таким чином, введення блока відображення крапкових об'єктів, перший вхід якого є виходом блока пам'яті, другий і третій входи є виходами відповідно першого і другого адресних формуваців, четвертий і п'ятий входи є виходами відповідно першого і третього блоків перетворення координат, забезпечує постійне високоякісне відображення будь-якого числа крапкових об'єктів сцени на екрані.

На фіг. 1 зображена структурна схема пристрою для обчислення швидких геометричних перетворень; на фіг. 2 зображена структурна схема блока відображення крапкових об'єктів; на фіг. 3 зображені геометричні елементи задачі для знаходження зони охоплення; на фіг. 4 зображені геометричні елементи задачі для визначення координат КСО.

Пристрій для обчислення швидких геометричних перетворень містить блок 1 завдання вхідних параметрів, блок 2 керування, перший 3, другий 4, третій 5 блоки перетворення координат, перший 6, другий 7, третій 8 логарифмічні перетворювачі, перший 9, другий 10 функціональні перетворювачі, перший 11, другий 12 адресні формуваці, блок 13 формування лінії нескінченно віддалених точок, блок пам'яті 14, блок 15 відображення крапкових об'єктів.

Блок 15 відображення крапкових об'єктів містить блок 16 обчислення полярного кута, блок 17 обчислення полярних координат, перший віднімач 18, перший 19 і другий 20 підсумовувачі, блок 21 обчислення логарифма синуса і косинуса, другий 22 і третій 23 віднімачі, перший 24 і другий 25 блоки порівняння, елемент 26 І, перший 27, другий 28, третій 29 і четвертий 30 елементи затримки, одинадцять регістрів 31-41, дешифратор 42 відсутності об'єктів, перший 43, другий 44, третій 45 і четвертий 46 тригери, також тригери 47, 48, 49. Вхід 1 є входом коду графічного примітива (ГП), вхід 2 є входом координати Х усередині комірки, вхід 3 є входом координати Z усередині комірки, вхід 4 є входом Х-складової вектора спостереження, вхід 5 є входом Z-складової вектора спостереження, входи 6 і 7 є входами дробової і цілої частин відповідно логарифма Y-складового вектора спостереження, вхід 8 є входом константи LC1, вхід 9 є входом константи LC2, вхід 10 – входом синхронізації.

Пристрій працює таким чином.

Роботу пристрою розглянемо з моменту появи на другому і третьому виходах блока 2 керування імпульсів "Скидання рядкового імпульсу, що гасить, (PIГ)" і "Скидання кадрового імпульсу, що

гасить (СІГ)", що встановлюють пристрій у вихідний стан, а також "Обмін", що ініціює передачу параметрів із блока 1 завдання вхідних параметрів (БЗВП). Кожний параметр, що виставляється БЗВП 1 на інформаційних виходах 1 і 2, супроводжується парою керуючих сигналів по керуючих виходах: перший устанавлює відповідний регістр у режимі "Прийом", другий синхросигнал "Запис" надходить на синхровходи усіх регістрів, призначених для зберігання параметрів, забезпечуючи їхній запис у регістри. По закінченні дії сигналу "Скидання КІГ" блок 2 керування починає видавати на одному із своїх виходів серію синхроімпульсів, що управляють обчислювальним конвеєром у пристрої. Частота цих синхроімпульсів відповідає темпу промальовування пікселів на екрані телевізійного приймача. На кожний синхроімпульс на виході блока 14 пам'яті з'являється інформація, що відповідає пікселю екрана, у тому числі і інформація про розташування крапкових об'єктів. Після відображення чергового рядка блок 2 керування виробляє сигнал "Скидання РІГ", що устанавлює вузли пристрою в стан, що відповідає початку рядка, а потім формування кадру закінчується появою на виходах 2 і 3 блока 2 керування сигналів відповідно "Скидання РІГ" і "Скидання КІГ". Кожний із трьох блоків перетворення координат (БПК) 3, 4, 5 обчислює координату проекційного променя. Логарифмічні перетворювачі 6, 7, 8 здійснюють апаратну реалізацію функцій двійкового логарифма. Призначення функціональних перетворювачів 9, 10 полягає у формуванні на першому виході значення функції  $2^k$ , а на другому виході  $d$ . Адресні формувачі (АФ) 11, 12 призначені для обчислення координат проекції елемента екрана на предметну площину. Блок формування лінії нескінченно віддалених точок (БФЛТ) 13 призначений для формування на екрані телевізійного приймача лінії обрію. Блок 2 керування призначений для синхронізації функціонування усього пристрою: ініціює передачу вхідних параметрів БЗВП, коли з'являється КІГ, і виробляє серію синхроімпульсів С1, що керують конвеєром протягом часу формування кадру.

Блок відображення крапкових об'єктів призначений для визначення наявності в даному пікселі КСО сцени.

$$LL_{\perp} = \log_2 \left( \frac{1}{2} L_{\perp} \right) = \log_2 (H \cdot \Delta Z_E) - 1 - \log_2 V_y = LC_1 - LV_y,$$

де  $LC_1 = \log_2 (H \cdot \Delta Z_E) - 1$  – константа для кадру,

$LV_y = \log_2 V_y$  – значення, одержуване для кожного пікселя в ході виконання центропроективного перетворення.

$$LL_p = \log_2 \left( \frac{1}{2} L_p \right) = \log_2 (HV \cdot \Delta Y_E) - 1 - 2 \log_2 V_y = LC_2 - 2LV_y,$$

де  $LC_2 = \log_2 (HV \cdot \Delta Y_E) - 1$  – константа для кадру.

Вибір КСО, найближчого до центру зони охоплення і перевірка його знаходження у зоні охоплення, проведемо таким чином. Прийнято такі угоди (фіг. 4): позначення  $A_B^C$  позначає координату А точки В у системі координат С. Система координат

В основу даного блока покладений алгоритм, у якому кожному пікселю екрана поставимо у відповідність так звану зону охоплення, розташовану на предметній площині. Зона охоплення є деякою апроксимацією проекції даного пікселя. Алгоритм при такому підході складається з двох етапів: 1) визначення розмірів і положення зони охоплення, 2) вибір КСО, найближчого до центру зони і перевірка, чи потрапив він в зону.

Визначимо зону охоплення (фіг. 3) як прямокутну область із центром у точці Р (точка перетинання проекційного променя для даного пікселя з предметною площиною), орієнтовану так, що дві сторони прямокутника будуть перпендикулярні до проекційного променя даного пікселя. Знайдемо сторони прямокутника.

Зі співвідношень подоби:

$$L_{\perp} = L_{\perp Z} = \frac{H \cdot \Delta Z_E}{V_y}, \quad L_{\perp Y} = \frac{H \cdot \Delta Y_E}{V_y}; \quad (1)$$

де  $L_{\perp}$  – поперечний розмір зони охоплення,

$\Delta Y_E, \Delta Z_E$  – розміри пікселя,

$H$  – у-складова проекційного променя в  $g$ -системі,

$V_y$  – у-складова вектора спостереження в  $g$ -системі.

Подовжній розмір зони захоплення буде складати:

$$L_p = \frac{L_{\perp Y}}{\sin \theta} = \frac{HV \cdot \Delta Y_E}{V_y^2}, \quad (2)$$

де  $V = |\vec{V}|$  – модуль вектора спостереження,

$\theta$  – кут між проекційним променем і предметною площиною,  $\sin \theta = V_y / V$ .

При інших орієнтаціях екрана й інших напрямках вектора спостереження, використовуємо ті ж співвідношення (1) і (2). У них параметри  $V$  і  $V_y$  беруться для кожного пікселя.

Знайдемо логарифм половини складової  $L_{\perp}$ :

У випадку, якщо параметр  $V$  протягом кадру змінюється незначно, він може бути визначений як константа. Тоді логарифм половини складової  $L_p$ :

позначається тією ж літерою, що і точка в її початку. Використовуються системи координат:  $X, Z$  – прямокутні координати,  $R, \varphi$  – полярні координати. Точки, що розглядаються:  $O$  – початок координат  $g$ -системи,  $P$  – точка перетинання проекційного променя з предметною площиною,  $F$  – КСО на предметній площині,  $K$  – лівий нижній ріг комірки, яка містить точку  $P$ . Введемо прямокутну систему

координат  $X^{P'} PZ^{P'}$ , вісь  $PZ^{P'}$  якої є продовженням проекції вектора спостереження  $\vec{v}$  на площину  $XZ$ , і яка повернена проти годинної стрілки на кут  $\beta$  відносно системи координат  $X^P PZ^P$ .  $X_P$  і  $Z_P$  є порядковими номерами комірки уздовж осей  $X$  і  $Z$ , а  $X_P^K$  і  $Z_P^K$  – координатами усередині комірки.

Кількість і розташування КСО усередині комірки визначається кодом ГП  $N_{ГП}$ . Код ГП вибирається за адресою:  $N_{ГП} = f_1(X_P, Z_P)$

Знаючи  $X_P^K$  й  $Z_P^K$  і розташування КСО в даній комірці по  $N_{ГП}$ , з усіх КСО даної комірки вибираємо найближчий до точки  $P$ . Позначимо його через  $F$ .

$$R_F^P = \sqrt{(X_F^P)^2 + (Z_F^P)^2} = \sqrt{\left(f_2(X_P^K, Z_P^K, N_{ГП}) - X_P^K\right)^2 + \left(f_3(X_P^K, Z_P^K, N_{ГП}) - Z_P^K\right)^2},$$

$$\varphi_F^P = f_4(X_F^P, Z_F^P) = f_4\left(f_2(X_P^K, Z_P^K, N_{ГП}) - X_P^K, f_3(X_P^K, Z_P^K, N_{ГП}) - Z_P^K\right),$$

де  $f_4()$  – функція, що обчислює полярний кут по прямокутних координатах.

Знайдемо кут  $\beta$ :  $\beta = f_4(V_X, V_Z)$ , де  $V_X, V_Z$  –  $x$ - і  $z$  – складові вектора спостереження.

Полярні координати точки  $F$  у системі  $P'$ :  $R_F^{P'} = R_F^P, \varphi_F^{P'} = \varphi_F^P - \beta$ .

Прямокутні координати тієї ж точки в системі  $P'$ :  $X_F^{P'} = R_F^{P'} \cdot \sin(\varphi_F^{P'})$ ,  $Z_F^{P'} = R_F^{P'} \cdot \cos(\varphi_F^{P'})$

$$\begin{cases} \frac{1}{2} L_P \geq |Z_F^{P'}|, \\ \frac{1}{2} L_{\perp} \geq |X_F^{P'}|, \end{cases} \text{ що еквівалентно } \begin{cases} \log_2 \left( \frac{1}{2} L_P \right) \geq \log_2 |Z_F^{P'}|, \\ \log_2 \left( \frac{1}{2} L_{\perp} \right) \geq \log_2 |X_F^{P'}|, \end{cases}$$

Перетворимо цю нерівність в еквівалентну

$$\begin{cases} LC_1 - (LV_y + \log_2 R_F^P) \geq \log_2 |\sin \varphi_F^{P'}|, \\ LC_2 - (2LV_y + \log_2 R_F^P) \geq \log_2 |\cos \varphi_F^{P'}|. \end{cases} \quad (3).$$

Блок 15 відображення крапкових об'єктів працює таким чином. На початку кадру на входи 8 і 9 блока надходять константи  $LC_1$  і  $LC_2$  і утримуються протягом усього кадру. З приходом на вхід 10 першого синхроімпульсу в блоки 27-30 затримки по входах 1-7 надходять вхідні дані. Після приходу  $n$ -го синхроімпульсу (де  $n$  – тривалість найбільшої затримки) вхідні дані, відповідні до першого пікселя кадру, з'являються на виходах блоків 27-30. У блоці 16 формується значення кута  $\beta$ , у блоці 17 – значення  $\log_2 R_F^P$  і  $\varphi_F^P$ , у блоці 42 – ознака наявності КСО в комірці. Після приходу наступного синхроімпульсу значення  $\beta$ ,  $\log_2 R_F^P$  і  $\varphi_F^P$  ознака наявності КСО і  $LV_y$  з'являються на виходах регістрів і тригера першого щабля конвеєра. У першому віднімачі відбувається обчислення  $\varphi_F^{P'}$ , у першому підсумовувачі обчислюється сума

його координати

$$X_F^K = f_2(X_P^K, Z_P^K, N_{ГП});$$

$$Z_F^K = f_3(X_P^K, Z_P^K, N_{ГП});$$

У системі  $P$  точка  $F$  має координати:

$$X_F^P = X_F^K - X_P^K = f_2(X_P^K, Z_P^K, N_{ГП}) - X_P^K;$$

$$Z_F^P = Z_F^K - Z_P^K = f_3(X_P^K, Z_P^K, N_{ГП}) - Z_P^K.$$

Знайдемо полярні координати  $R_F^P, \varphi_F^P$  тієї ж точки в системі  $P$ .

Логарифм відстані точки  $F$  до координатних осей системи  $P'$ :

$$\log_2 |X_F^{P'}| = \log_2 R_F^P + \log_2 |\sin(\varphi_F^{P'})|;$$

$$\log_2 |Z_F^{P'}| = \log_2 R_F^P + \log_2 |\cos(\varphi_F^{P'})|;$$

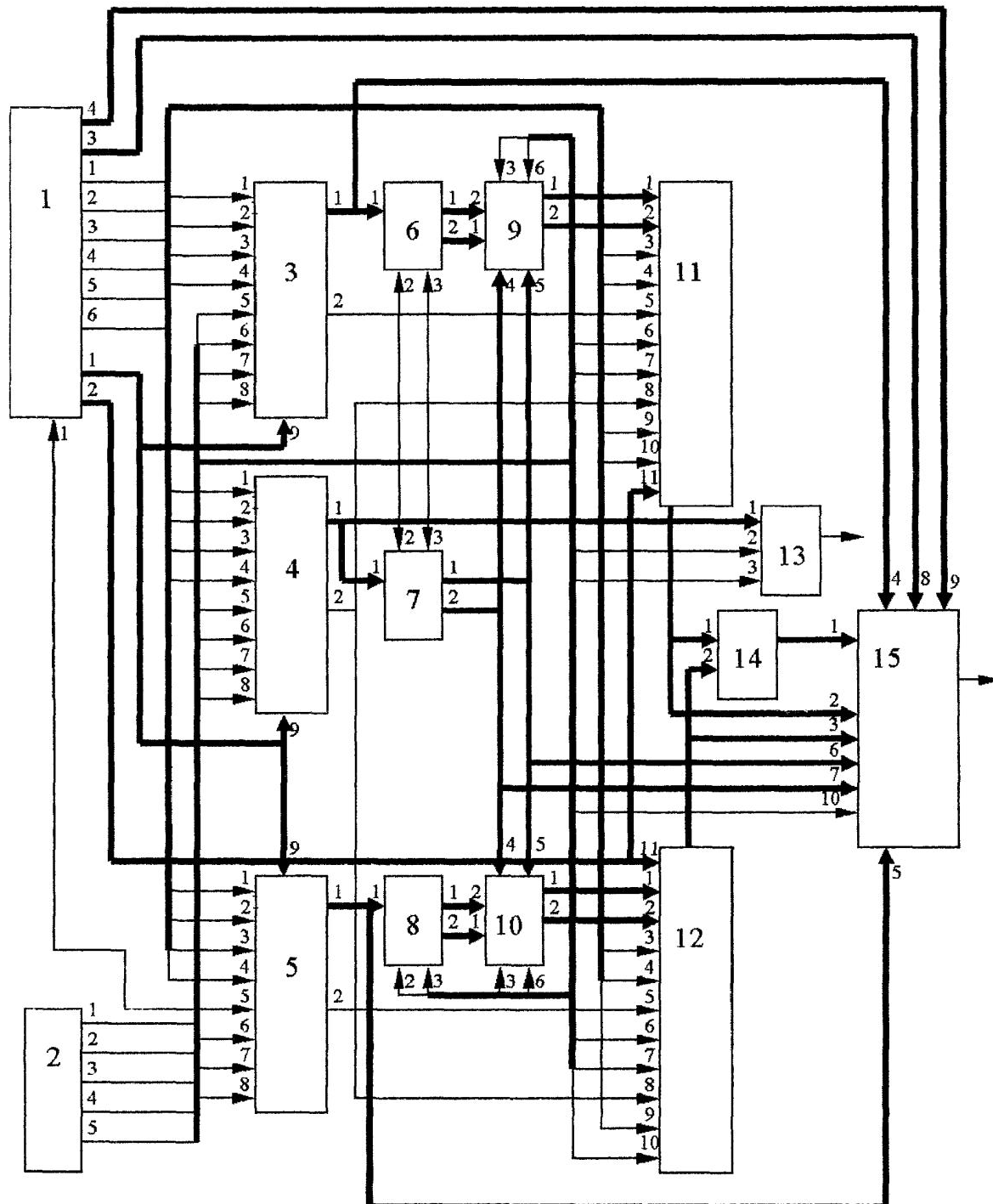
Якщо задовольняється така система нерівностей, то КСО потрапляє в проекцію пікселя:

$(LV_y + \log_2 R_F^P)$ , у другому підсумовувачі –  $(2LV_y + \log_2 R_F^P)$ . Після приходу наступного синхроімпульсу значення  $\varphi_F^{P'}$ ,  $\log_2 R_F^P + LV_y$ ,

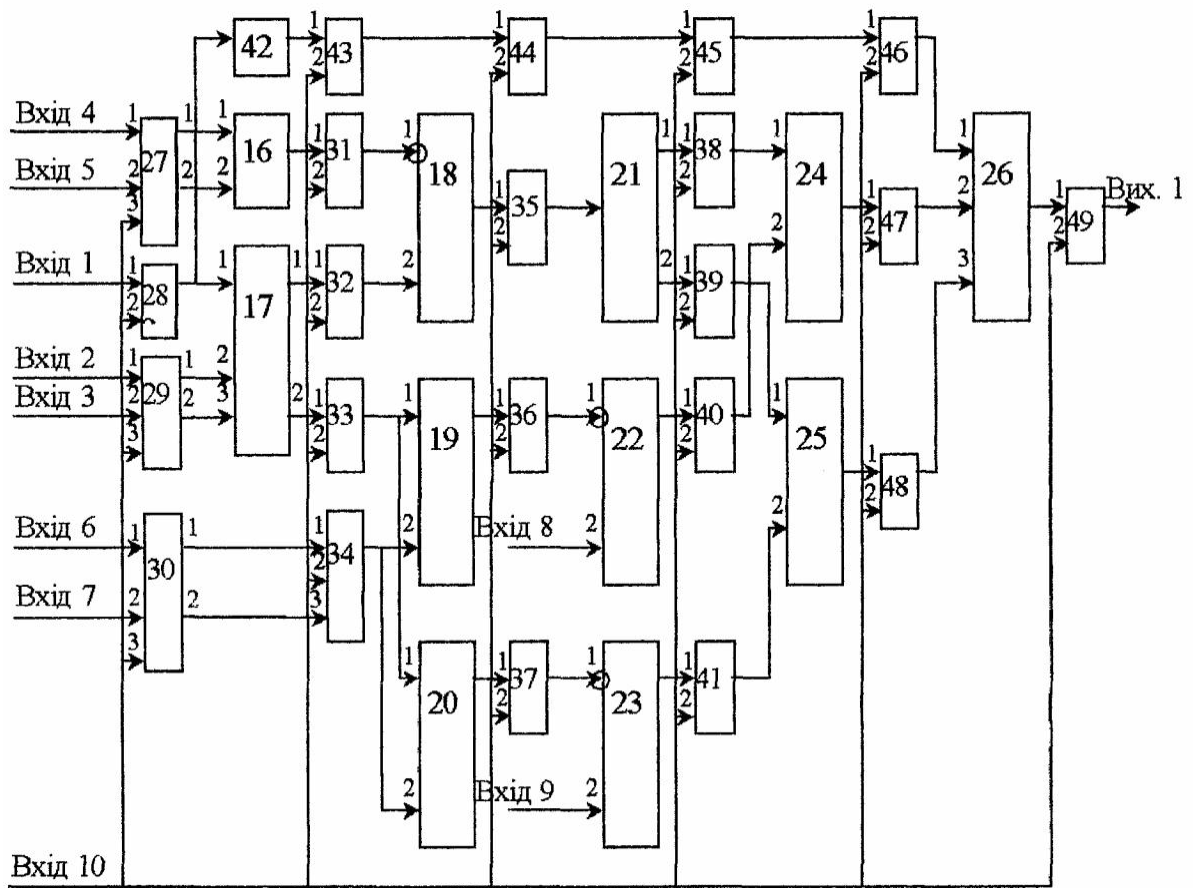
$\log_2 R_F^P + 2LV_y$  і ознака наявності КСО з'являються на виходах регістрів і тригера другого щабля конвеєра. У блоці 21 обчислюються значення логарифмів синуса і косинуса, на виході 1 блока 21 з'являється значення  $\log_2 |\sin \varphi_F^{P'}|$ , на виході 2 – значення  $\log_2 |\cos \varphi_F^{P'}|$ . На виході другого віднімача 22 формується значення  $LC_1 - (LV_y + \log_2 R_F^P)$ , на виході третього віднімача 23 формується значення  $LC_2 - (2LV_y + \log_2 R_F^P)$ . Після приходу наступного синхроімпульсу значення  $\log_2 |\sin \varphi_F^{P'}|$ ,  $\log_2 |\cos \varphi_F^{P'}|$ ,  $LC_1 - (LV_y + \log_2 R_F^P)$ ,

$LC_2 - (2LV_y + \log_2 R)$  і ознака наявності КСО з'являються на виходах регістрів і тригера третього щабля конвеєра. Перший 24 і другий 25 блоки порівняння формують ознаки виконання відповідно першого і другого нерівностей (3). Ці ознаки, а також ознака наявності КСО після приходу наступного синхроімпульсу з'являються на виходах

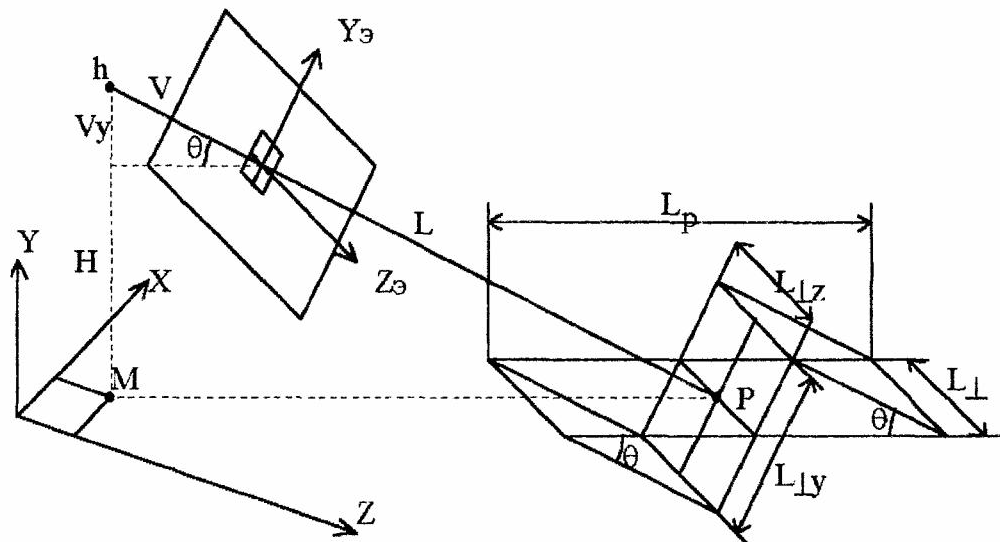
тригерів четвертого щабля конвеєра. Елемент 26 і формує ознаку "підсвічування пікселя" що після приходу наступного синхроімпульсу з'являється на виході тригера 49 п'ятого щабля конвеєра, що є виходом блока 15 відображення крапкових об'єктів.



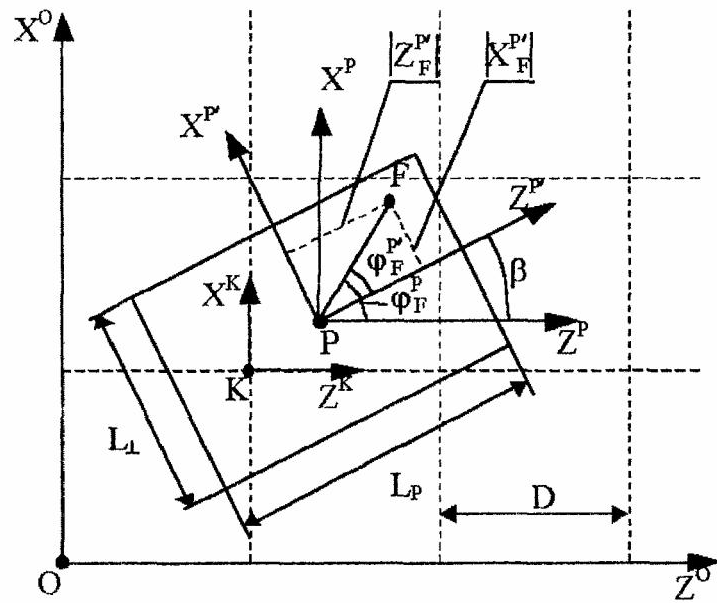
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)  
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26  
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку \_\_\_\_\_ 2001 р. Формат 60x84 1/8.  
 Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.  
 (044) 268-25-22