



УКРАЇНА

(19) UA (11) 37152 (13) A

(51) 6 G06F7/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) ГРАФІЧНИЙ СПЕЦПРОЦЕСОР ДЛЯ СИСТЕМ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ

(21) 2000031738

(22) 28.03.2000

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Гусятін Володимир Михайлович, Остроушко  
Андрій Павлович, Філімончук Михайло Ана-  
толійович, Янковський Олександр Аркадійович(73) Харківський державний технічний університет  
радіоелектроніки

(57) Графічний спецпроцесор для систем візуалізації, 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 і є першим виходом пристрою, блок пам'яті, перший інформаційний вихід блоку 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, третій вихід блоку керування також з'єднаний із третіми входами першого, другого і третього логарифмічних перетворювачів, сьомими входами першого і другого адресних формувачів, шостими входами першого і другого функціональних перетворювачів і третім входом блока формування лінії нескінченно віддалених точок, а четвертий вихід блока керування з'єднаний також із десятима входами першого і другого адресних формувачів, перший вихід першого блока перетворення координат з'єднаний із першим входом першого логарифмічного перетворювача, перші і другі виходи якого, через перший функціональний перетворювач, з'єднані з першим і другим входом першого

адресного формувача, перший вихід другого блока перетворення координат з'єднаний з першими входами другого логарифмічного перетворювача і блока формування лінії нескінченно віддалених точок, перший вихід третього блока перетворення координат з'єднаний з першим входом третього логарифмічного перетворювача, перший і другий виходи якого 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'ятьма входами відповідно першого і другого адресних формувачів, виходи яких з'єднані відповідно, з першим і другим входами блока пам'яті, вихід якого є другим виходом пристрою, другий вихід другого блока перетворення координат з'єднаний з восьмими входами першого і другого адресних формувачів, **відрізняється** тим, що в нього введений блок обробки метеоданих, що містить сім вхідних регістрів, мультиплексор, віднімач, блок обчислення показової функції, перший, другий, третій і четвертий помножувачі, перший, другий і третій суматори, перший, другий і третій синхронізуючі регістри, десять регістрів збереження результатів проміжних обчислень, перший, другий і третій вихідні регістри, при цьому виходи першого, другого і третього вхідних регістрів послідовно з'єднані з першими інформаційними входами відповідно першого, другого і третього синхронізуючих регістрів, другого, третього та четвертого регістрів збереження результатів проміжних обчислень, першого, другого та третього помножувачів, сьомого, восьмого і дев'ятого регістрів збереження результатів проміжних обчислень, першого, другого та третього суматорів, першого, другого і третього вихідних регістрів, виходи яких є третім виходом пристрою, вихід четвертого вхідного регістра послідовно з'єднаний з першими інформаційними входами віднімача, першого регістра збереження результатів проміжних обчислень, блока обчислення показової функції, перший вихід якого з'єднаний через п'ятий регістр збереження результатів проміжних обчислень з другими входами першого, другого та третього помножувачів, а другий вихід зв'язаний через перші входи послідовно з'єднаних шостого регістра збереження результатів проміжних обчислень, четвертого помножувача та десятого регістра збереження результатів проміжних обчислень з другими входами першого,

(19) UA (11) 37152 (13) A

другого та третього суматорів, перший і другий інформаційні входи мультіплексора зв'язані з виходами п'ятого та шостого вхідних регістрів відповідно, а вихід зв'язаний з другим входом віднімача, інформаційний вихід сьомого вхідного регістра зв'язаний з другим входом четвертого помножувача, крім цього третій, четвертий і п'ятий інформаційні виходи блоку завдання вхідних зв'язані через четвертий, п'ятий та сьомий входи блоку обробки метеоумов, відповідно, з першими входами п'ятого, шостого та сьомого вхідних регістрів, третій вихід блоку керування з'єднаний через восьмий вхід блоку обробки метеоумов з другими входами його п'ятого, шостого та сьомого вхідних регістрів, перший вихід блоку керування з'єднаний з другими входами першого, другого, третього логарифмічних перетворювачів і блока формування лінії нескінченно віддалених точок, п'ятими входами першого, другого і третього блоків перетворення координат, третіми входами першого і другого функціональних перетворювачів, шостими входами першого і другого адресних

формувачів, і через дев'ятий вхід блока обробки метеоумов із третім входом четвертого вхідного регістра та другими входами першого, другого та третього вхідних регістрів, першого, другого та третього синхронізуючих регістрів, з першого до десятого регістрів збереження результатів проміжних обчислень, першого, другого та третього вихідних регістрів, виходи яких є третім виходом пристрою, перший і другий виходи другого логарифмічного перетворювача з'єднані, відповідно, з четвертими і п'ятими входами першого та другого функціональних перетворювачів і через другий та третій входи блоку обробки метеоумов з відповідними входами четвертого вхідного регістра, вихід блоку формування лінії нескінченно віддалених точок через шостий вхід блоку обробки метеоумов з'єднаний із третім входом мультіплексора, а також є першим виходом пристрою, вихід блока пам'яті через перший вхід блока обробки метеоумов зв'язаний з першими входами першого, другого та третього вхідних регістрів, а також з другим виходом пристрою.

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

Відомо пристрій для формування динамічних зображень (див. а. с. СРСР №1109785 за МПК G09G1/08, бюл. №31, 1984), що містить блок завдання вхідних параметрів і синхронізації, два блоки перетворення координат, формувач керуючих імпульсів, шини керування і вихідного сигналу.

Найбільш близьким за сукупністю ознак є пристрій для обчислення швидких геометричних перетворень (див. пат. РФ №2020557 за МПК<sup>5</sup> G06F7/548, 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 об'єктів сцени через відсутність урахування властивостей атмосфери.

В основу винаходу поставлено завдання створення графічного спецпроцесора для систем візуалізації, що за рахунок введення блока обробки метеоумов і нових зв'язків забезпечував би реалістичне відображення об'єктів сцени з урахуванням властивостей атмосфери.

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, блок пам'яті, перший інформаційний вихід блоку завдання вхідних параметрів з'єднаний з 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, четвертий також зв'язаний з дев'ятьма входами першого і другого адресних формувачів, п'ятий і шостий виходи відповідно з третіми і четвертими входами першого і другого адресних формувачів, а перший вхід з'єднаний з 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, третій вихід блока керування також з'єднаний з третіми входами першого, другого і третього логарифмічних перетворювачів, сьомими входами першого і другого адресних формувачів, шостими входами першого і другого функціональних перетворювачів і третім входом блока формування лінії нескінченно віддалених точок, а четвертий вихід блока керування з'єднаний також із десятима входами першого і другого адресних формувачів, перший вихід першого блока перетворення координат з'єднаний з першим входом першого логарифмічного перетворювача, перші і другі виходи якого через перший функціональний перетворювач з'єднані з першим і другим входом першого адресного формувача, перший вихід другого блока перетворення координат з'єднаний з першими входами другого логарифмічного перетворювача і блока формування лінії нескінченно віддалених точок, перший вихід третього блока перетворення координат з'єднаний з першим входом третього логарифмічного перетворювача, перший і другий виходи якого 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'ятьма входами відповідно першого і другого адресних формувачів, виходи яких з'єднані відповідно з першими і

другим входами блока пам'яті, другий вихід другого блока перетворення координат з'єднаний з восьмими входами першого і другого адресних формувачів, відповідно до винаходу, введений блок обробки метеоумов, що містить сім вхідних регістрів, мультиплексор, віднімач, блок обчислення показової функції, перший, другий, третій і четвертий помножувачі, перший, другий і третій суматори, перший, другий і третій синхронізуючі регістри, десять регістрів збереження результатів проміжних обчислень, перший, другий і третій вихідні регістри, при цьому виходи першого, другого і третього вхідних регістрів послідовно з'єднані з першими інформаційними входами відповідно першого, другого і третього синхронізуючих регістрів, другого, третього та четвертого регістрів збереження результатів проміжних обчислень, першого, другого та третього помножувачів, сьомого, восьмого і дев'ятого регістрів збереження результатів проміжних обчислень, першого, другого та третього суматорів, першого, другого і третього вихідних регістрів, виходи яких є третім виходом пристрою, вихід четвертого вхідного регістра послідовно з'єднаний з першими інформаційними входами віднімача, першого регістра збереження результатів проміжних обчислень, блока обчислення показової функції, перший вихід якого з'єднаний через п'ятий регістр збереження результатів проміжних обчислень з другими входами першого, другого та третього помножувачів, а другий вихід зв'язаний через перші входи послідовно з'єднаних шостого регістра збереження результатів проміжних обчислень, четвертого помножувача та десятого регістра збереження результатів проміжних обчислень з другими входами першого, другого та третього суматорів, перший і другий інформаційні входи мультиплексора зв'язані з виходами п'ятого та шостого вхідних регістрів відповідно, а вихід зв'язаний з другим виходом віднімача, інформаційний вихід сьомого вхідного регістра зв'язаний з другим виходом четвертого помножувача, крім цього, третій, четвертий і п'ятий інформаційні виходи блока завдання вхідних зв'язані через четвертий, п'ятий та сьомий входи блока обробки метеоумов, відповідно, з першими входами п'ятого, шостого та сьомого вхідних регістрів, третій вихід блока керування з'єднаний через восьмий вхід блока обробки метеоумов з другими входами його п'ятого, шостого та сьомого вхідних регістрів, перший вихід блока керування з'єднаний з другими входами першого, другого, третього логарифмічних перетворювачів і блока формування лінії нескінченно віддалених точок, п'ятима входами першого, другого і третього блоків перетворення координат, третіми входами першого і другого функціональних перетворювачів, шостими входами першого і другого адресних формувачів і через дев'ятий вхід блока обробки метеоумов із третім виходом четвертого вхідного регістра та другими входами першого, другого та третього вхідних регістрів, першого, другого та третього синхронізуючих регістрів, з першого до десятого регістрів збереження результатів проміжних обчислень, першого, другого та третього вихідних регістрів, перший і другий виходи другого логарифмічного перетворювача з'єднані відповідно з четвертими і п'ятима входами першо-

го та другого функціональних перетворювачів і через другий та третій входи блока обробки метеоумов з відповідними входами четвертого вхідного регістра, вихід блока формування лінії нескінченно віддалених точок через шостий вхід блока обробки метеоумов з'єднаний з третім виходом мультиплексора, а також є першим виходом пристрою, вихід блока пам'яті через перший вхід блока обробки метеоумов зв'язаний з першими входами першого, другого та третього вхідних регістрів, а також є другим виходом пристрою.

Таким чином, введення блока обробки метеоумов, перший вхід якого є виходом блока пам'яті, другий і третій входи є виходами другого логарифмічного перетворювача, шостий вхід є виходом блока формування лінії нескінченно віддалених точок, забезпечує постійне високоякісне відображення об'єктів сцени з урахуванням властивостей атмосфери.

На фіг.1 зображена структурна схема графічного спецпроцесора для систем візуалізації; на фіг.2 зображена структурна схема блока обробки метеоумов; на фіг.3 геометричні елементи задачі для урахування властивостей атмосфери.

Графічний спецпроцесор для систем візуалізації містить блок1 завдання вхідних параметрів, блок2 керування, перший3, другий4, третій5 блоки перетворення координат, перший6, другий7, третій8 логарифмічні перетворювачі, перший9, другий10 функціональні перетворювачі, перший11, другий12 адресні формувачі, блок13 формування лінії нескінченно віддалених точок, блок14 пам'яті, блок15 обробки метеоумов.

Блок15 обробки метеоумов містить вхідні регістри 16,...22, мультиплексор 23, віднімач 24, перший 25, другий 26 та третій 27 синхронізуючі регістри, перший регістр 28 збереження результатів проміжних обчислень, блок 29 обчислення показової функції, другий 30, третій 31, четвертий 32, п'ятий 33, шостий 34 регістри збереження результатів проміжних обчислень, перший 35, другий 36, третій 37 і четвертий 38 помножувачі, сьомий 39, восьмий 40, дев'ятий 41, десятий 42 регістри збереження результатів проміжних обчислень, перший 43, другий 44 і третій 45 суматори, перший 46, другий 47 і третій 48 вихідні регістри. Вхід 1 є входом коду складового кольору R, G, B, входи 2 і 3 є входами коду логарифма  $V_y$ , вхід 4 є входом логарифма  $HV/I_0$  для випадку положення вище обрію, вхід 5 є входом логарифма  $HV/I_0$  для випадку положення нижче обрію, вхід 6 є ознакою положення щодо обрію, вхід 7 є входом коду  $L_\infty$ , вхід 8 є входом запису вхідних регістрів 20, 21, 22, вхід 9 є синхровходом пристрою.

Пристрій працює таким чином.

Роботу пристрою розглянемо з моменту появи на другому і третьому виходах блока 2 керування імпульсів ("Рядковий імпульс, що гасить, (РІГ)" і "Кадровий імпульс, що гасить, (КІГ)"), 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 установлює відповідний регістр у режим "Прийом", другий синхросигнал "Запис" надходить на синхровходи усіх

регістрів, призначених для зберігання параметрів, забезпечуючи їхній запис у регістри. По закінченні дії сигналу "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 кожному синхроімпульсі 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 "РІГ", що установлює вузли пристрою в стан, що відповідає початку рядка, а потім формування кадру закінчується появою на виходах 2 і 3 блока 2 керування сигналів відповідно "РІГ" і "КІГ". Кожний із трьох блоків перетворення координат (БПК) 3, 4, 5 обчислює координату проекційного променя. Логарифмічні перетворювачі 6, 7, 8 здійснюють апаратну реалізацію функції 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 15 обробки метеоумов призначений для урахування впливу атмосфери на зображення об'єктів сцени.

Для обчислення яскравості об'єкта, що здається, що знаходиться від спостерігача на відстані  $l$ , використовується співвідношення:

$$L = L_0 \tau(l) + L_\infty [1 - \tau(l)]; \quad (1)$$

де  $L_0$  – вихідна яскравість кольору об'єкта;  $L_\infty$  – коефіцієнт, що характеризує яскравість димки при  $l \rightarrow \infty$ ,  $\tau$  – коефіцієнт пропускання атмосфери.

Зменшення насиченості кольору внаслідок накладення яскравості атмосферної димки на яскравість об'єкта характеризується таким співвідношенням:

$$S = S_0 \tau(l) \quad (2)$$

де  $S_0$  – вихідна насиченість кольору об'єкта.

$$\tau(l) = 2^{-\sum_{i=1}^n \frac{l_i}{l_i^0}} \quad (3)$$

де  $n$  – число ділянок (прошарків) різноманітної прозорості на шляху проходження проекційного променя в атмосфері;  $l_i$  – довжина  $i$ -ої ділянки шляху проекційного променя в атмосфері з заданим однорідним прошарком прозорості;  $l_i^0$  – параметр прозорості  $i$ -ого прошарку атмосфери.

У системі представлення кольору RGB одержуємо:

$$R = R_0 \tau + L_\infty \bar{\tau}, G = G_0 \tau + L_\infty \bar{\tau}, B = B_0 \tau + L_\infty \bar{\tau} \quad (4)$$

де  $\bar{\tau}$  – інверсія від  $\tau$ .

Для перебування довжини  $i$ -ої ділянки шляху

проекційного променя, в атмосфері застосовується математична модель геометричної обробки зображення на площині (Гусятин В.М. Алгоритм геометрических преобразований изображения в растровых видеосистемах реального масштаба времени. // «Авиационно-космическая техника и технологии». – Харьков, 1998. – с. 467-471):

$$l_i = \frac{VH_i}{V_y} \quad (5)$$

де  $V$  – модуль вектора спостереження;  $V_y$  – проекція вектора  $V$  на вісь  $Y$ ;  $H_i$  – проекція  $l_i$  на вісь  $Y$ .

Для прискорення обчислень використовується логарифмічна система числення. Позначимо показник у (3) через  $\rho$ :

$$\log_2 \rho = \log_2 \left( V \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{l_i^0} \right) - \log_2 V_y \quad (6)$$

У правій частині співвідношення (6) перший член можна вважати незмінним протягом кадру і тому необхідно обчислювати його один раз на кожен кадр. Від'ємник у правій частині рівняння обчислюється спецпроцесором для кожного пікселя екрана.

Відповідно до (6) можливі три випадки, з урахуванням положення проекційних променів нижче (а) і вище (б) лінії обрію (фіг. 3).

$$1. H \geq H_{\min} + \Delta H :$$

$$\log_2 \rho = \log_2 \left[ \left( \frac{H - \Delta H}{l_{\text{атм}0}} + \frac{\Delta H}{l_{\text{хм}0}} \right) V \right] - \log_2 V_y \quad (7a)$$

$$\log_2 \rho = \log_2 \left( \frac{H_{\text{макс}} - H}{l_{\text{атм}0}} V \right) - \log_2 V_y \quad (7b)$$

$$2. H_{\min} < H < H_{\min} + \Delta H :$$

$$\log_2 \rho = \log_2 \left[ \left( \frac{H_{\min}}{l_{\text{атм}0}} + \frac{H - H_{\min}}{l_{\text{хм}0}} \right) V \right] - \log_2 V_y \quad (8a)$$

$$\log_2 \rho = \log_2 \left[ \left( \frac{H - \Delta H - H_{\min}}{l_{\text{атм}0}} + \frac{H_{\min} + \Delta H - H}{l_{\text{хм}0}} \right) V \right] - \log_2 V_y \quad (8b)$$

$$3. H < H_{\min} :$$

$$\log_2 \rho = \log_2 \frac{HV}{l_{\text{атм}0}} - \log_2 V_y \quad (9a)$$

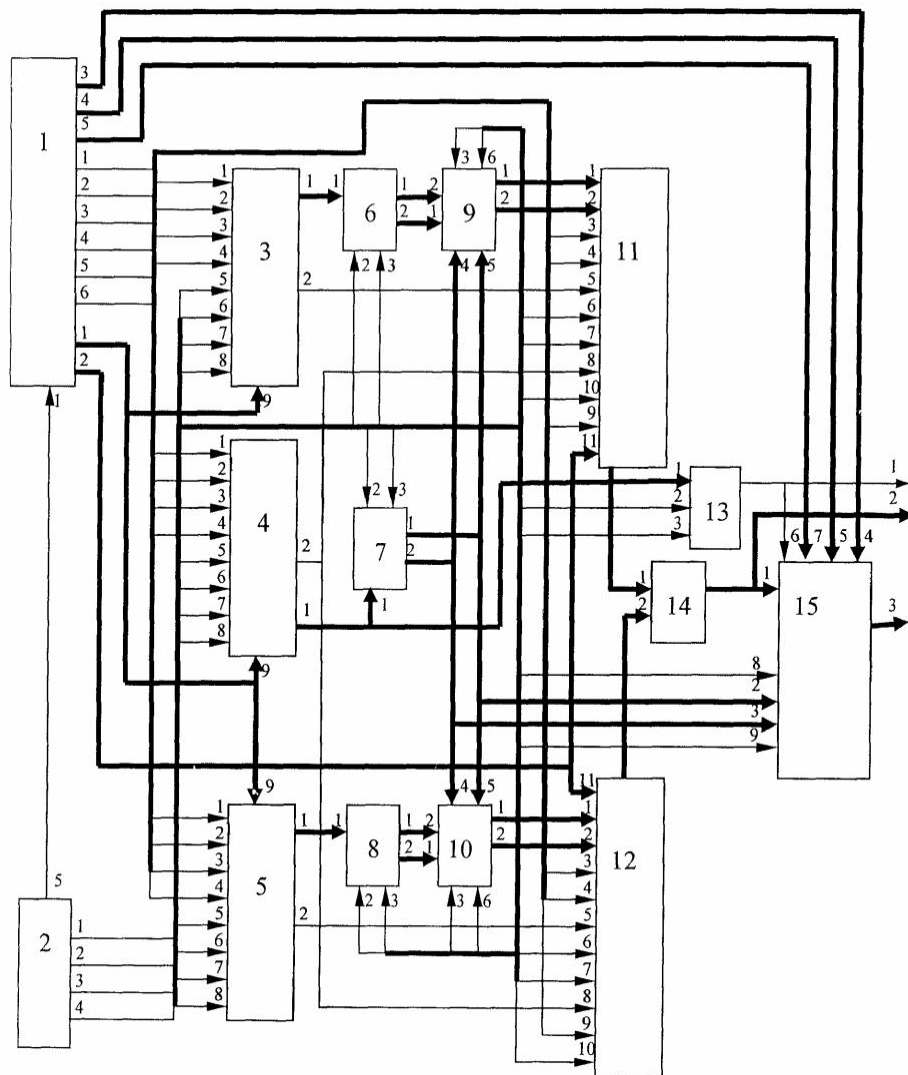
$$\log_2 \rho = \log_2 \left[ \left( \frac{H_{\text{макс}} - H - \Delta H}{l_{\text{атм}0}} + \frac{\Delta H}{l_{\text{хм}0}} \right) V \right] - \log_2 V_y \quad (9b)$$

де  $H$  – висота спостереження;  $H_{\min}$  – висота хмарного прошарку;  $\Delta H$  – товщина хмарного прошарку;  $H_{\text{макс}}$  – граничне значення висоти;  $l_{\text{атм}0}$  – відстань, на якій прозорість атмосфери змінюється в два рази;  $l_{\text{хм}0}$  – відстань, на якій прозорість хмарного прошарку змінюється в два рази.

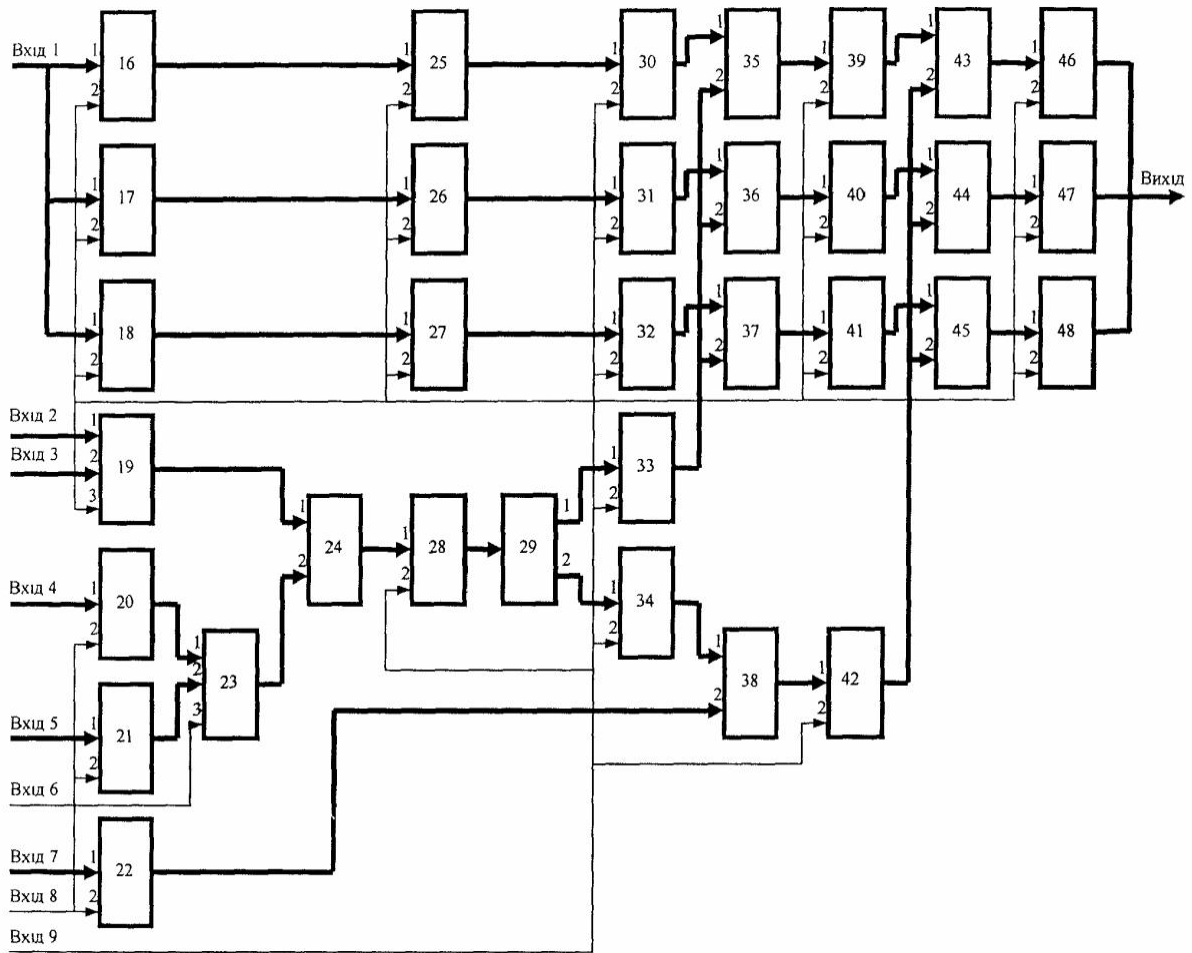
На початку кожного кадру на входи 4 і 5 блока 15 обробки метеоумов надходять значення логарифма  $HV/l_0$  для випадку вище і нижче лінії обрію, а на вхід 7 значення  $L_\infty$  по сигналу, що надходить на вхід 8, відбувається запис цих даних у п'ятий 20, шостий 21 і сьомий 22 вхідні регістри відповідно. На вхід 9 надходять синхроімпульси, частота проходження яких відповідає темпу промальовування пікселів на екрані телевізійного приймача. На кожному синхроімпульсі на вхід 1 надходить значення складових  $R$ ,  $G$  і  $B$  оброблюваної поверхні об'єкта, а на входи 2 і 3 – значення логарифма.

рифма  $V_y$ . В залежності від сигналу, положення пікселю щодо лінії обрію, що надходить на вхід 6, на виході мультиплексора 23 з'являється значення з вхідного регістра 20 або 21 і надходить на другий вхід віднімача 24, що здійснює обчислення по формулі (6). На перший вхід віднімача 24 інформація надходить із четвертого вхідного регістра 19. На другому такті відбувається запис проміжної інформації з виходу віднімача 24 у регістр 28, а для вирівнювання даних у конвеєрі інформація з першого 16, другого 17 і третього 18 вхідних регістрів переписується відповідно в перший 25, другий 26 і третій 27 синхронізуючі регістри. З виходу регістра 28 інформація надходить на вхід блока обчислення показової функції 29, що здійснює обчислення по формулі (3). На третьому такті дані з регістрів 25, 26, 27 переписуються в проміжні регістри 30, 31, 32, а результат обчислення показової функції зберігається в регістрах 33 і 34. З виходу регістрів 30, 31 і 32 інформація про код кольору надходить на перші

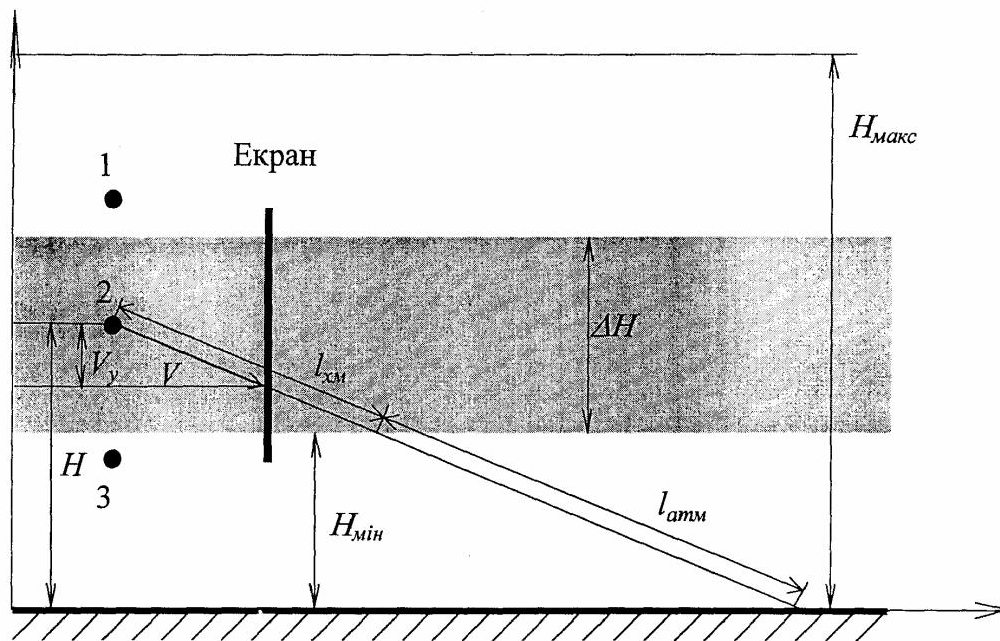
входи першого 35, другого 36 і третього помножувачів. На другі входи цих помножувачів, що здійснюють обчислення першого доданку у формулі (4), надходить значення  $\tau$  із виходу регістра 33. З виходу регістра 34 значення  $\tau$  надходять на перший вхід четвертого помножувача 38, а на другий вхід цього помножувача, що здійснює обчислення другого доданку у формулі (4), надходить інформація про яскравість на безкінечному видаленні із сьомого вхідного регістра 22. На четвертому такті інформація зберігається в проміжних регістрах 39, 40, 41 і 42. З виходу регістрів 39, 40, 41 дані надходять відповідно на перші входи першого 43, другого 44 і третього 45 суматорів. На другі входи суматорів подається інформація з регістра 42. На п'ятому такті результати обчислень складового кольору відображуваної точки зберігаються в першому 46, другому 47 і третьому 48 вихідних регістрах і потім надходять на вихід пристрою.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3

---

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 60х84 1/8.  
Обсяг \_\_\_\_\_ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. \_\_\_\_\_

---

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

---