



УКРАЇНА

(19) UA (11) 52755 (13) U
(51) МПК (2009)
G06T 15/50

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ СПЕКУЛЯРНОЇ СКЛАДОВОЇ КОЛЬОРУ

1

2

(21) u201001933

(22) 22.02.2010

(24) 10.09.2010

(46) 10.09.2010, Бюл.№ 17, 2010 р.

(72) РОМАНЮК ОКСАНА ВОЛОДИМИРІВНА,
ВОЙТКО ВІКТОРІЯ ВОЛОДИМИРІВНА

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, який містить блок постійної пам'яті, перший блок множення, другий блок множення, третій блок множення, вихід якого підключено до першого виходу пристрою, четвертий блок множення, вихід якого підключено до другого виходу пристрою, п'ятий блок множення, вихід якого підключено до третього виходу пристрою, перший регістр, керуючий вхід якого підключено до першого керуючого входу пристрою, а інформаційний вхід підключено до першого інформаційного входу пристрою, другий регістр, керуючий вхід якого підключено до другого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до другого інформаційного входу пристрою, а прямий вихід підключено до блока постійної пам'яті, третій регістр, керуючий вхід якого підключено до третього керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до третього інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом третього блока множення, четвертий регістр, керуючий вхід якого підключено до четвертого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до четвертого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом четвертого блока

множення, п'ятий регістр, керуючий вхід якого підключено до п'ятого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до п'ятого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом п'ятого блока множення, перший суматор, перший вхід якого з'єднано із виходом першого регістра, кожний розряд другого входу під'єднано до рівня логічної одиниці, вхід переносу під'єднано до рівня логічного нуля, а вихід підключено до першого входу першого блока множення, другий суматор, перший вхід якого підключено до виходу першого блока множення, другий вхід під'єднано до рівня логічного нуля, а вхід переносу під'єднано до рівня логічної одиниці, другий блок множення, обидва входи якого підключено до виходу другого суматора, схему порівняння, перший і другий входи якої з'єднано із виходом другого блока множення і виходом блока постійної пам'яті відповідно, блок ключів, інформаційний вхід якого підключено до виходу другого блока множення, керуючий вхід з'єднано з виходом схеми порівняння, а вихід підключено до других входів третього, четвертого та п'ятого блоків множення, який **відрізняється** тим, що у нього введено третій суматор, другий вхід якого підключено до інверсного виходу другого регістра, i -й розряд прямого виходу якого підключено до $i+2$ -го розряду першого входу третього суматора, два молодших розряди якого підключено до рівня логічного нуля, а кожний, починаючи з 4-го розряду, $i+4$ -ий розряд виходу якого підключено до другого входу першого блока множення.

Корисна модель відноситься до автоматики та обчислювальної техніки і призначена для формування в системах комп'ютерної графіки спекулярної (дзеркальної) складової кольору.

Відомий пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, який містить блок постійної пам'яті, перший блок множення, перший вхід якого з'єднано із виходом блоку постійної пам'яті та другий, третій та четвертий блоки множення, виходи яких підключено до першого,

другого та третього виходів пристрою відповідно, перший регістр, вихід якого підключено до блоку постійної пам'яті, керуючий вхід якого підключено до першого керуючого входу пристрою, а інформаційний вхід підключено до першого інформаційного входу пристрою, другий регістр, вихід якого підключено до обох входів п'ятого блоку множення, до входу блоку інверторів та до другого інформаційного входу другого суматора, керуючий вхід другого регістра підключено до другого керуючого

UA (19) 52755 (11) (13) U

входу пристрою, а інформаційний вхід підключено до другого інформаційного входу пристрою, п'ятий блок множення, обидва входи якого підключено до виходу другого регістру, а вихід з'єднано із першим інформаційним входом першого суматора, блок інверторів, вихід якого з'єднано із другим інформаційним входом першого суматора, вхід переносу якого підключено до рівня логічної одиниці, а вихід до другого входу першого блоку множення, другий суматор, до першого інформаційного входу якого підключено вихід першого блоку множення, керуючий вхід підключено до рівня логічного нуля, а вихід з'єднано із першими входами другого, третього та четвертого блоків множення, третій регістр, керуючий вхід якого підключено до третього керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до третього інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із другим входом другого блоку множення, четвертий регістр, керуючий вхід якого підключено до четвертого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до четвертого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із другим входом третього блоку множення, п'ятий регістр, керуючий вхід якого підключено до п'ятого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до п'ятого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із другим входом четвертого блоку множення [Патент України на корисну модель №20998, (51) МПК (2006) G06T15/50, опубл. 15.02.2007р. у Бюл. № 2, 2007р.]

Недоліком пристрою є нереалістичне відтворення зони затухання відблиску за рахунок того, що квадратична функція перетинає осі абсцис, що не характерно для реальних процесів.

Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, є пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, який містить блок постійної пам'яті, перший блок множення, другий блок множення, третій блок множення, вихід якого підключено до першого виходу пристрою, четвертий блок множення, вихід якого підключено до другого виходу пристрою, п'ятий блок множення, вихід якого підключено до третього виходу пристрою, перший регістр, керуючий вхід якого підключено до третього керуючого входу пристрою, а інформаційний вхід підключено до першого інформаційного входу пристрою, другий регістр, керуючий вхід якого підключено до другого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до другого інформаційного входу пристрою, а прямий вихід підключено до блоку постійної пам'яті, третій регістр, керуючий вхід якого підключено до третього керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до третього інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом третього блоку множення, четвертий регістр, керуючий вхід якого підключено до четвертого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до четвертого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом четвертого блоку множення, п'ятий регістр, керуючий вхід якого підключено до п'ятого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до п'ятого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом п'ятого блоку множення, перший суматор, перший вхід якого з'єднано із виходом першого регістру, кожний розряд другого входу

вихід з'єднано із першим входом п'ятого блоку множення, перший суматор, перший вхід якого з'єднано із виходом першого регістру, кожний розряд другого входу під'єднано до рівня логічної одиниці, вхід переносу під'єднано до рівня логічного нуля, а вихід підключено до першого входу першого блоку множення, другий вхід якого з'єднано із прямим виходом другого регістру, другий суматор, перший вхід якого підключено до виходу першого блоку множення, другий вхід під'єднано до рівня логічного нуля, а вхід переносу під'єднано до рівня логічної одиниці, другий блок множення, обидва входи якого підключено до виходу другого суматора, схему порівняння, перший і другий входи якої з'єднано із виходом другого блоку множення і виходом блоку постійної пам'яті відповідно, блок ключів, інформаційний вхід якого підключено до виходу другого блоку множення, керуючий вхід - виходом схеми порівняння, а вихід підключено до других входів третього, четвертого та п'ятого блоків множення. [Патент України на корисну модель №30041, (51) МПК (2006) G06T15/50, опубл. 11.02.2008р. у Бюл. №3, 2008р.]

Недоліками пристрою є недостатня якість відтворення спекулярної складової кольору.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, у якому за рахунок введення нової моделі відтворення спекулярної складової кольору, нових елементів і зв'язків досягається підвищення точності визначення інтенсивності спекулярної складової кольору.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, який містить блок постійної пам'яті, перший блок множення, другий блок множення, третій блок множення, вихід якого підключено до першого виходу пристрою, четвертий блок множення, вихід якого підключено до другого виходу пристрою, п'ятий блок множення, вихід якого підключено до третього виходу пристрою, перший регістр, керуючий вхід якого підключено до першого керуючого входу пристрою, а інформаційний вхід підключено до першого інформаційного входу пристрою, другий регістр, керуючий вхід якого підключено до другого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до другого інформаційного входу пристрою, а прямий вихід підключено до блоку постійної пам'яті, третій регістр, керуючий вхід якого підключено до третього керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до третього інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом третього блоку множення, четвертий регістр, керуючий вхід якого підключено до четвертого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до четвертого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом четвертого блоку множення, п'ятий регістр, керуючий вхід якого підключено до п'ятого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до п'ятого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом п'ятого блоку множення, перший суматор, перший вхід якого з'єднано із виходом першого регістру, кожний розряд другого входу

під'єднано до рівня логічної одиниці, вхід переносу під'єднано до рівня логічного нуля, а вихід підключено до першого входу першого блоку множення, другий суматор, перший вхід якого підключено до виходу першого блоку множення, другий вхід під'єднано до рівня логічного нуля, а вхід переносу під'єднано до рівня логічної одиниці, другий блок множення, обидва входи якого підключено до виходу другого суматора, схему порівняння, перший і другий входи якої з'єднано із виходом другого блоку множення і виходом блоку постійної пам'яті відповідно, блок ключів, інформаційний вхід якого підключено до виходу другого блоку множення, керуючий вхід - з виходом схеми порівняння, а вихід підключено до других входів третього, четвертого та п'ятого блоків множення введено третій суматор, другий вхід якого підключено до інверсного виходу другого регістра, i -й розряд прямого виходу якого підключено до $i+2$ -го розряду першого входу третього суматора, два молодших розряди якого підключено до рівня логічного нуля, а кожний, починаючи з 4-го розряду, $i+4$ -ий розряд виходу якого підключено до другого входу першого блоку множення.

На Фіг.1 зображено схему пристрою.

На Фіг.2 зображено хід променів у моделі освітлення Бліна.

На Фіг.3 зображено графіки функції оригіналу ($g(x)$), апроксимувальних функцій прототипу ($f(x)$) та пристрою, що пропонується ($h(x)$).

На Фіг.4 зображено графіки максимальних абсолютних похибок у зоні затухання для функцій прототипу ($f_1(n)$) та пристрою, що пропонується ($h_1(n)$).

На Фіг.5 зображено графіки максимальних відносних похибок у епіцентрі відблиску для функцій прототипу ($f_2(n)$) та пристрою, що пропонується ($h_2(n)$).

Пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, містить блок постійної пам'яті 9, відповідно перший ÷ п'ятий 1÷5 регістри, перший суматор 6, другий суматор 10, третій суматор 7, відповідно перший ÷ п'ятий 8, 11, 14÷16 блоки множення, схему порівняння 12, блок ключів 13, перший 32, другий 17, третій 19, четвертий 21, п'ятий 23 інформаційні входи пристрою, перший 33, другий 18, третій 20, четвертий 22, п'ятий 24 керуючі входи пристрою, відповідно перший ÷ третій 25÷27 інформаційні входи пристрою. Вихід третього блоку множення 14 підключено до першого виходу 25 пристрою, вихід четвертого блоку множення 15 підключено до другого виходу 26 пристрою, вихід п'ятого блоку множення 16 підключено до третього виходу 27 пристрою. Прямий вихід другого регістра 2 підключено до першого входу блоку постійної пам'яті 9 та i -й розряд прямого виходу регістра 2 підключено до $i+2$ -го розряду першого входу третього суматора 7, два молодших розряди якого підключено до рівня логічного нуля, а інверсний вихід регістра 2 - до другого входу третього суматора 7, керуючий вхід другого регістра 2 підключено до другого 18 керуючого входу пристрою, а інформаційний вхід другого регістра 2 підключено до другого 17 інформаційного входу пристрою. Керуючий вхід першого

регістра 1 підключено до першого 33 керуючого входу пристрою, а інформаційний вхід першого регістра 1 підключено до першого 32 інформаційного входу пристрою. Керуючий вхід третього регістра 3 підключено до третього 20 керуючого входу пристрою, а інформаційний вхід третього регістра 3 підключено до третього 19 інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом третього блоку множення 14. Керуючий вхід четвертого регістра 4 підключено до четвертого 22 керуючого входу пристрою, а інформаційний вхід четвертого регістра 4 підключено до четвертого 21 інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом четвертого блоку множення 15. Керуючий вхід п'ятого регістра 5 підключено до п'ятого 24 керуючого входу пристрою, а інформаційний вхід п'ятого регістра 5 підключено до п'ятого 23 інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом п'ятого блоку множення 16. Перший вхід першого суматора 6 з'єднано із виходом першого регістра 1, на кожний розряд другого входу подано «1», а вхід переносу під'єднано до рівня логічного нуля. Кожний, починаючи з 4-го розряду, $i+4$ -ий розряд виходу третього суматора 7 підключено до другого входу першого блоку множення 8, перший вхід якого з'єднано із виходом першого суматора 6. Перший вхід другого суматора 10 з'єднано із виходом першого блоку множення 8, другий вхід під'єднано до рівня логічного нуля, на вхід переносу подано «1». Обидва входи другого блоку множення 11 з'єднано із виходом другого суматора 10. Перший і другий входи схеми порівняння 12 з'єднано із виходом другого блоку множення 11 та виходом блоку постійної пам'яті 9 відповідно. До інформаційного входу блоку ключів 13 підключено вихід другого блоку множення 11, до керуючого входу - вихід схеми порівняння 12, а вихід підключено до других входів третього 14, четвертого 15 та п'ятого 16 блоків множення відповідно, (див. Фіг.1)

Для зафарбовування об'єктів у пристрої використовується модель освітлення Бліна, згідно з якою інтенсивність спекулярної складової кольору розраховується за формулою:

$$I = I_0 k_s \cos^n \delta \quad (1)$$

де I_0 - інтенсивність джерела світла, k_s - коефіцієнт дзеркального відбиття, n - коефіцієнт спекулярності поверхні, який знаходить в діапазоні $[1; 1000]$, δ - кут між вектором нормалі \vec{N} до поверхні в заданій точці і вектором півшляху \vec{H} , $\cos^n \delta$ - дистрибутивна функція відбивної здатності поверхні (ДФВЗ). Вектор \vec{H} розраховується за формулою (2).

$$\vec{H} = \frac{\vec{L} + \vec{V}}{|\vec{L} + \vec{V}|} \quad (2)$$

Вектори \vec{L} і \vec{V} - одиничні вектори, що визначають відповідно місце розташування джерела світла та спостерігача (див. Фіг.2). Як видно з формули (1), вектор \vec{H} знаходиться шляхом додавання векторів \vec{L} і \vec{V} та нормалізації отриманого вектору (див. Фіг.2).

Розглянемо апроксимацію дистрибутивної функції $\cos^n \delta$ функцією $W(n) = \left(\frac{A}{B} \cos \delta - 1 \right) + 1$ за умови, що $0 \leq \delta \leq \frac{\pi}{2}$.

Вибір такої функції обумовлено тим, що:

а) для обох функцій як твірна використовується функція косинуса;

б) при $\delta = 0$ $\cos^n \delta = \left(\frac{A}{B} \cos \delta - 1 \right) + 1 = 1$, що відповідає граничній умові;

в) обидві функції при $0 \leq \delta \leq \frac{\pi}{2}$ є додатними;

г) функція $\left(\frac{A}{B} \cos \delta - 1 \right) + 1$ досягає нульового значення, що є передумовою формування блоку мінга;

д) коефіцієнти A і B дають можливість зміни розміру відблиску.

Знайти коефіцієнти A і B можна, використавши підхід, який полягає у тому, що значення функцій $\cos^n \delta$ і $\left(\frac{A}{B} \cos \delta - 1 \right) + 1$ прирівнюються у деякій

визначеній точці t . Оскільки $\cos(t) = Q$, то $t = e^{-\frac{\ln Q}{n}}$. Отримуємо рівняння

$$q = \left(\frac{A}{B} \left(\cos e^{-\frac{\ln Q}{n}} - 1 \right) + 1 \right)^2.$$

Розв'язавши дане рівняння отримуємо

$$W(n) = \left(\frac{\sqrt{Q} - 1}{e^{-\frac{\ln Q}{n}} - 1} \cos \delta - 1 \right) + 1.$$

За рахунок зміни Q можна регулювати форму кривої, а також точність відтворення епіцентру відблиску і його зони затухання. Були проведені дослідження з вибору Q , які показали, що найбільш прийнятним є значення параметра, рівне 0,5. У цьому випадку

$$\cos^n \gamma \approx \left(\frac{7 \cdot n}{16} \cos \gamma - 1 \right) + 1.$$

Пристрій працює наступним чином.

У другий регістр 2 записується значення коефіцієнта спекулярності поверхні n . Для цього його значення подається на другий 17 інформаційний вхід пристрою, а на другий 18 керуючий вхід пристрою - рівень логічної одиниці. У перший регістр 1 записується значення косинуса кута між вектором нормалі та вектором півшляху, $\cos \delta = \vec{N} \cdot \vec{N}$. Значення $\cos \delta$ подається на перший 32 інформаційний вхід пристрою. Запис здійснюється шляхом подавання рівня логічної одиниці на перший 33 керуючий вхід пристрою. У третій 3, четвертий 4 та п'ятий 5 регістри від зовнішнього пристрою записується відповідно значення інтенсивностей R , G , B складових кольору, помножених на коефіцієнт

дзеркального відбиття поверхні k_s . Для цього на третій 19, четвертий 21 та п'ятий 23 інформаційні входи пристрою подаються відповідно значення інтенсивності R -складової, G -складової та B -складової кольору, помножених на коефіцієнт дзеркального відбиття поверхні k_s , а на третій 20, четвертий 22 та п'ятий 24 керуючі входи пристрою подається рівень логічної одиниці. Значення коефіцієнта спекулярності поверхні n із прямого виходу другого регістра 2 поступає на вхід блоку постійної пам'яті 9, де зберігаються відповідні граничні значення ДФВЗ, після яких отримані значення слід обнуляти. Граничне значення ДФВЗ з виходу блоку постійної пам'яті 9 поступає на другий вхід схеми порівняння 12, на перший вхід якої

поступає операнд $\left(\frac{7 \cdot n}{16} \cos \delta - 1 \right) + 1$. Він форму-

ється таким чином. Значення $\cos \delta$ з першого регістра 1 подається на перший вхід першого суматора 6, на кожний розряд другого входу якого подається код одиниці, що забезпечує віднімання від операнду значення 1. Дійсно, прямий код 1-000...01, зворотний код 1-111...10. Зрозуміло, що в молодшому розряді зворотного коду 1 завжди присутній «0». Щоб отримати доповняльний код 1 потрібно до молодшого розряду додати 1, тобто доповняльний код 1-111...11. Вхід переносу першого суматора 6 під'єднано до рівня логічного нуля, що забезпечує формування на його виході значення $\cos \delta - 1$, яке поступає на перший вхід першого блоку множення 8. На другий вхід першого блоку

множення 8 подається значення $\frac{7n}{16}$ з виходу тре-

тього суматора 7, яке отримується таким чином. На перший вхід третього суматора 7 поступає значення $8n$, отримане за рахунок того, що i -й розряд прямого виходу регістра 2 підключено до $i+2$ -го розряду першого входу третього суматора 7, два молодших розряди якого підключено до рівня логічного нуля, а на другий вхід третього суматора 7 поступає значення $-n$ з інверсного виходу другого регістра 2. На виході третього суматора 7 формується значення $7n$. Шляхом підключення кожного, починаючи з 4-го розряду, $i+4$ -го розряду виходу третього суматора 7 до другого входу першого блоку множення 8, на другому вході першого блоку множення 8 формується значення $\frac{7n}{16}$. На виході

першого блоку множення 8 формується результат $\frac{7n}{16} \cdot \left(\cos \delta - 1 \right) + 1$, який подається на перший вхід

другого суматора 10, другий вхід якого під'єднано до рівня логічного нуля, а на вхід переносу 28 подано рівень логічної одиниці. На виході другого суматора 10 формується значення

$\frac{7n}{16} \cdot \left(\cos \delta - 1 \right) + 1$, яке подається на обидва входи

другого блоку множення 11, на виході якого отримуюмо значення $\left(\frac{7n}{16} \cdot \left(\cos \delta - 1 \right) + 1 \right)^2$, що подається

на перші входи схеми порівняння 12 та блоку ключів 13. Якщо отримане значення менше, ніж

граничне, то на виході блоку ключів 13 формується нульове значення, інакше - значення

$$\left(\frac{7n}{16} \cdot \cos\delta - 1\right) + 1)^2. \text{ Значення } \left(\frac{7n}{16} \cdot \cos\delta - 1\right) + 1)^2$$

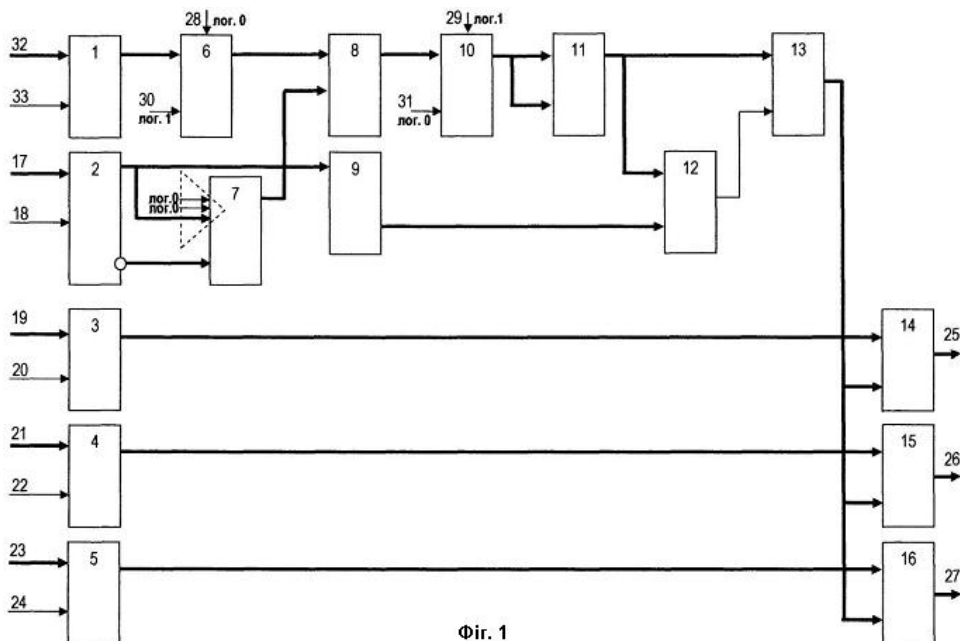
з блоку ключів 13 подається на другі входи третього 14, четвертого 15 та п'ятого 16 блоків множення. На перші входи третього 14, четвертого 15 та п'ятого 16 блоків множення подаються значення інтенсивностей R, G, В складових кольору, помножених на коефіцієнт дзеркального відбиття поверхні k_s із виходів третього 3, четвертого 4 та п'ятого 5 регістрів відповідно. На першому 25, другому 26 та третьому 27 інформаційних виходах пристрою формуються R, G, В складові інтенсивностей кольору, які знайдено за формулою (1).

У пристрою-прототипі при формуванні спеклярної складової кольору абсолютна похибка у

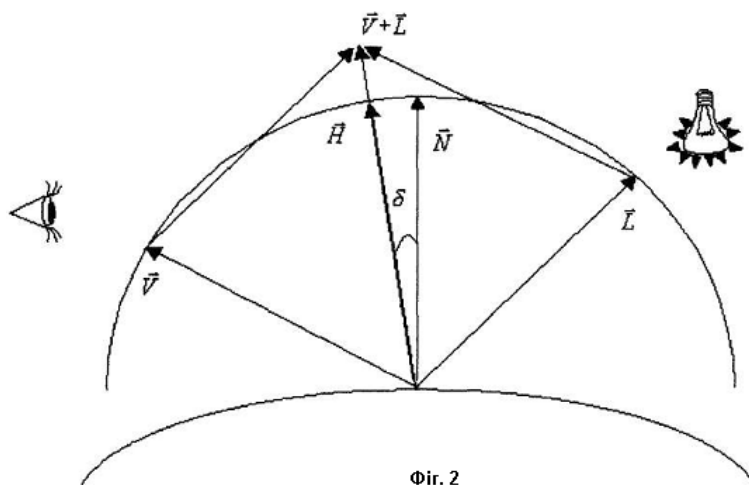
зоні затухання не перевищує 0,17 (Фіг.4), а максимальна відносна похибка в епіцентрі відблиску не перевищує 7,25% (Фіг.5).

У запропонованому пристрої крива дистрибутивної функції дозволяє більш реалістично відображати відблиск як у зоні затухання, так і в епіцентрі відблиску. Абсолютна похибка у зоні затухання у такого пристрою не перевищує 0,12 (Фіг.4). Для значень $n > 35$ максимальна відносна похибка епіцентру відблиску не перевищує 2% (Фіг.5).

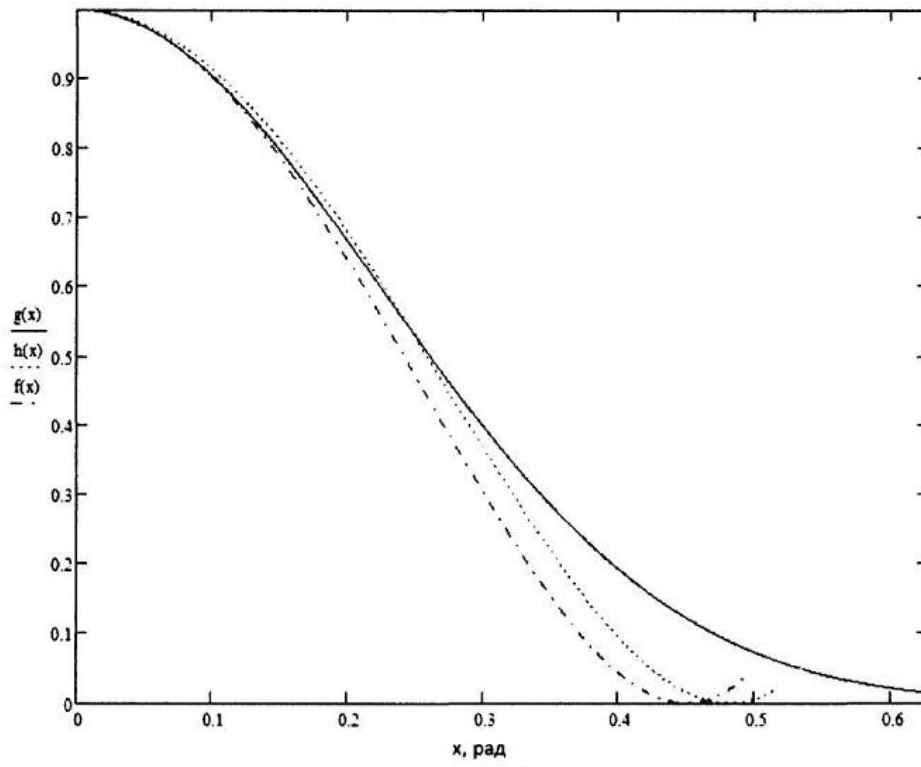
Дослідження пристрою показали, що точність отриманих значень в 1,42 рази більша для зони затухання та в 3,63 рази більша для зони епіцентру відблиску, ніж відповідні значення пристрою аналогу.



Фіг. 1

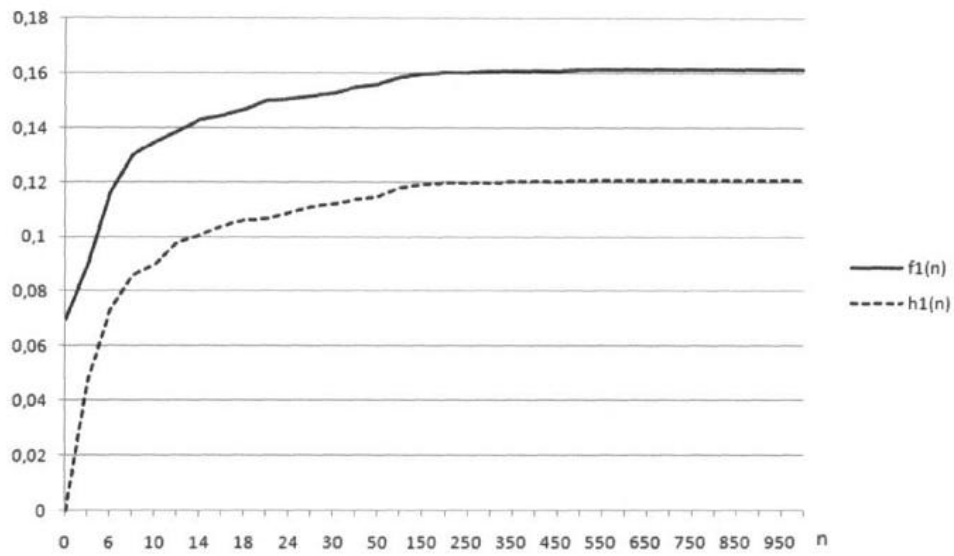


Фіг. 2



Фиг. 3

Абсолютна похибка



Фиг. 4

