



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **81040** (13) **U**
(51) МПК (2013.01)
G06T 17/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

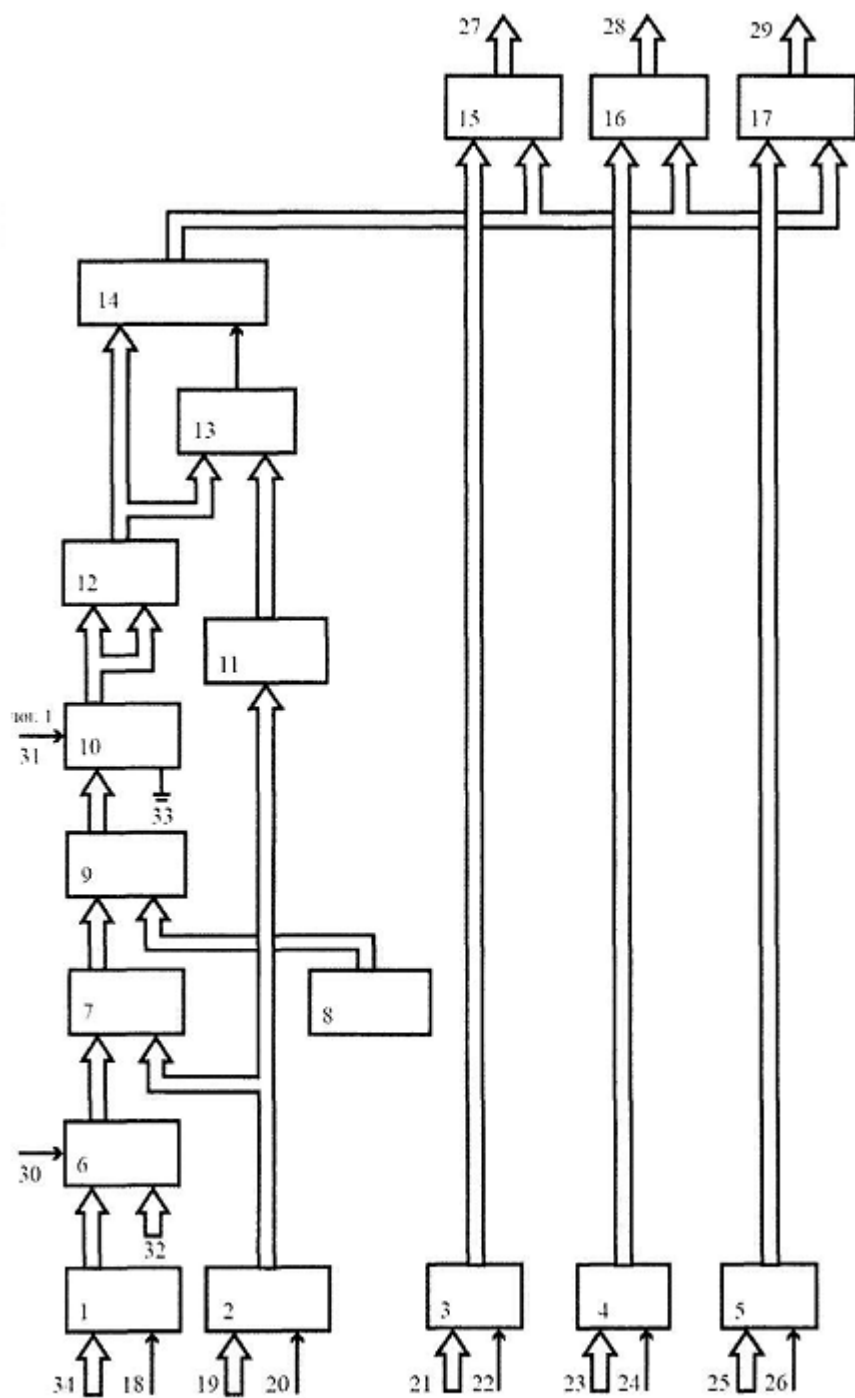
<p>(21) Номер заявки: u 2012 09806</p> <p>(22) Дата подання заявки: 14.08.2012</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.06.2013</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2013, Бюл.№ 12</p>	<p>(72) Винахідник(и): Романюк Олександр Никифорович (UA), Довгалюк Ростислав Юрійович (UA), Крищук Святослав Олегович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ СПЕКУЛЯРНОЇ СКЛАДОВОЇ КОЛЬОРУ

(57) Реферат:

Пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору містить блок постійної пам'яті, п'ять блоків множення, п'ять регістрів, два суматори, схему порівняння та блок ключів. Додатково у пристрій введено другий блок постійної пам'яті, шостий блок множення та нові зв'язки, що забезпечує підвищення точності відтворення відблиску за рахунок більш адекватного відтворення зони затухання.

UA 81040 U



Фиг. 1

Корисна модель належить 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 перший та другий суматори, перший та четвертий блоки множення, зсувний регістр, лічильник, схему порівняння, мультиплексор (патент № 5739820 США, МПК G06T15/50, опубл. 1998, фіг. 7C, 7D).

Недолік пристрою полягає в низькій точності відтворення зони затухання відблиску (блюмінгу) через різке спадання дистрибутивної функції відбивної здатності поверхні (ДФВЗ).

Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, є пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, який містить блок постійної пам'яті, п'ять блоків множення, п'ять регістрів, два суматори, схему порівняння та блок ключів, причому вихід третього блока множення підключено до першого виходу пристрою, вихід четвертого блока множення підключено до другого виходу пристрою, вихід п'ятого блока множення підключено до третього виходу пристрою, керуючий вхід першого регістра якого підключено до першого керуючого виходу пристрою, а інформаційний вхід підключено до першого інформаційного входу пристрою, керуючий вхід другого регістра підключено до другого керуючого виходу пристрою, інформаційний вхід підключено до другого інформаційного входу пристрою, а вихід підключено до блока постійної пам'яті, керуючий вхід третього регістра підключено до третього керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до третього інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом третього блока множення, керуючий вхід четвертого регістра підключено до четвертого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до четвертого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом четвертого блока множення, керуючий вхід п'ятого регістра підключено до п'ятого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до п'ятого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом п'ятого блока множення, перший вхід першого суматора з'єднано з виходом першого регістра, кожний розряд другого входу під'єднано до рівня логічної одиниці, а вхід переносу заземлено, перший вхід першого блока множення з'єднано з виходом першого суматора, другий вхід - з виходом другого регістра, перший вхід другого суматора підключено до виходу першого блока множення, другий вхід заземлено, а вхід переносу під'єднано до рівня логічної одиниці, обидва входи другого блока множення підключено до виходу другого суматора, перший і другий входи схеми порівняння з'єднано з виходом другого блока множення і виходом блока постійної пам'яті відповідно, до входів блока ключів підключено вихід другого блока множення та вихід схеми порівняння, а вихід підключено до других входів третього, четвертого і п'ятого блоків множення (патент України на корисну модель № 30041, МПК G06T15/50, опубл. 11.02.2008, бюл. № 3).

Недоліками пристрою є низька реалістичність відтворення спекулярної складової кольору через низьку точність відтворення зони блюмінгу.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, у якому за рахунок введення шостого блока множення, другого блока постійної пам'яті та нових зв'язків досягається підвищення реалістичності (точності) відтворення відблиску за рахунок більш адекватного відтворення зони затухання.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для визначення спекулярної складової кольору, який містить блок постійної пам'яті, п'ять блоків множення, п'ять регістрів, два суматори, схему порівняння та блок ключів, причому вихід третього блока множення підключено до першого виходу пристрою, вихід четвертого блока множення підключено до другого виходу пристрою, вихід п'ятого блока множення підключено до третього виходу пристрою, керуючий вхід першого регістра якого підключено до першого керуючого входу пристрою, а інформаційний вхід підключено до першого інформаційного входу пристрою, керуючий вхід другого регістра підключено до другого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до другого інформаційного входу пристрою, а вихід підключено до блока постійної пам'яті, керуючий вхід третього регістра підключено до третього керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до третього інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом третього блока множення, керуючий вхід четвертого регістра підключено до четвертого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до четвертого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом четвертого блока множення, керуючий вхід п'ятого регістра підключено до п'ятого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до п'ятого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом п'ятого блока множення, перший вхід першого суматора з'єднано з виходом першого регістра, кожний розряд другого входу під'єднано до рівня логічної одиниці, а вхід переносу заземлено, перший вхід

першого блока множення з'єднано з виходом першого суматора, другий вхід - з виходом другого регістра, другий вхід другого суматора заземлено, а вхід переносу під'єднано до рівня логічної одиниці, обидва входи другого блока множення підключено до виходу другого суматора, перший і другий входи схеми порівняння з'єднано з виходом другого блока множення і виходом
 5 блока постійної пам'яті відповідно, до входів блока ключів підключено вихід другого блока множення та вихід схеми порівняння, а вихід підключено до других входів третього, четвертого і п'ятого блоків множення введено другий блок постійної пам'яті та шостий блок множення, перший вхід шостого блока множення з'єднано з виходом першого блока множення, а другий вхід - з виходом другого блока постійної пам'яті, вихід шостого блока множення підключено до
 10 першого входу другого суматора.

На фіг. 1 зображено схему пристрою.

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

На фіг. 3 зображено графіки функцій ДФВЗ Бліна та апроксимаційних функцій прототипу та пристрою, що пропонується, для $n=10$.

15 На фіг. 4 наведено графіки абсолютного відхилення значень апроксимаційних функцій прототипу та пристрою, що пропонується, від ДФВЗ Бліна для $n=10$.

Пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору містить перший 11, другий 8 блоки постійної пам'яті, відповідно перший ÷ п'ятий 1÷5 регістри, перший суматор 6, другий суматор 10, відповідно перший ÷ шостий 7, 12, 15÷17, 9 блоки множення, схему порівняння 13 та блок 14 ключів, перший 34, другий 19, третій 21, четвертий 23, п'ятий 25 інформаційні входи пристрою, перший 18, другий 20, третій 22, четвертий 24, п'ятий 26 керуючі входи пристрою, відповідно, перший ÷ третій 27÷29 інформаційні виходи пристрою, цифрами 30, 31 позначено входи переносу першого та другого суматора відповідно, а цифрами 32, 33 -
 20 другий вхід першого та другого суматора, відповідно.

25 Вихід третього блока 15 множення підключено до першого виходу 27 пристрою, вихід четвертого блока 16 множення підключено до другого виходу 28 пристрою, вихід п'ятого блока 17 множення підключено до третього виходу 29 пристрою. Вихід другого регістра 2 підключено до блока 11 постійної пам'яті, керуючий вхід другого регістра 2 підключено до другого керуючого входу 20 пристрою, інформаційний вхід підключено до другого інформаційного входу 19 пристрою. Керуючий вхід першого регістра 1 підключено до першого керуючого входу 18 пристрою, а інформаційний вхід підключено до першого інформаційного входу 34 пристрою. Керуючий вхід третього регістра 3 підключено до третього керуючого входу 22 пристрою, інформаційний вхід підключено до третього інформаційного входу 21 пристрою, а вихід з'єднано з першим входом третього блока множення 15. Керуючий вхід четвертого регістра 4 підключено
 30 до четвертого керуючого входу 24 пристрою, інформаційний вхід підключено до четвертого інформаційного входу 23 пристрою, а вихід з'єднано з першим входом четвертого блока множення 16. Керуючий вхід п'ятого регістра 5 підключено до п'ятого керуючого входу 26 пристрою, інформаційний вхід підключено до п'ятого інформаційного входу 25 пристрою, а вихід з'єднано з першим входом п'ятого блока множення 17. Перший вхід першого суматора 6 з'єднано з виходом першого регістра 1, на кожний розряд другого подано "1", а вхід переносу заземлено. Перший вхід першого блока множення 7 з'єднано з виходом першого суматора 6, другий вхід - із виходом другого регістра 2. Перший вхід шостого блока множення 9 з'єднано з виходом першого блока множення 7, другий вхід - із виходом блока постійної пам'яті 8. Перший вхід другого суматора 10 підключено до виходу шостого блока множення 9, а другий вхід заземлено, на вхід переносу подано "1". Обидва входи другого блока множення 12 підключено до виходу другого суматора 10, перший і другий входи схеми порівняння 13 з'єднано із виходом
 45 другого блока множення 12 і виходом першого блока постійної пам'яті 11, відповідно. До входів блока ключів 14 підключено вихід другого блока множення 12 та вихід схеми порівняння 13, а вихід підключено до других входів третього 15, четвертого 16 та п'ятого 17 блоків множення, відповідно (див. фіг. 1).

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

$$I = I_0 K_s \cos^n \gamma, \quad (1)$$

де I_0 - інтенсивність джерела світла;

K_s - коефіцієнт дзеркального відбиття;

n - коефіцієнт спекулярності поверхні, який знаходиться в діапазоні 1-1000;

γ - кут між вектором нормалі \vec{N} до поверхні в заданій точці і вектором півшляху \vec{H} ;

$\cos^n \gamma$ - дистрибутивна функція відбивної здатності поверхні (BRDF).

Вектор \vec{N} розраховується за формулою (2):

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

Вектори \vec{L} та \vec{V} - одиничні вектори, що визначають відповідно місце розташування джерела світла та спостерігача (див. фіг. 2). Вектор \vec{N} знаходиться шляхом додавання векторів \vec{L} і \vec{V} і подальшої нормалізації отриманого вектора (див. фіг. 2).

5 Розглянемо модифікацію моделі Бліна з метою підвищення точності відтворення всього відблиску. Для апроксимації ДФВЗ Бліна використовуємо формулу:

$$(A \cdot n \cdot (\cos(\gamma) - 1) + 1)^2, \quad (3)$$

за умови, що $0 \leq \gamma \leq \frac{\pi}{2}$.

Вибір такої функції обумовлено тим, що для обох функцій як твірна використовується функція косинуса, а їх значення для $0 \leq \gamma \leq \frac{\pi}{2}$ є додатними.

10 Знайти коефіцієнт A можна, прирівнявши функції $\cos^n \gamma$ і $(A \cdot n \cdot (\cos(\gamma) - 1) + 1)^2$ для деякого

значення R. Оскільки $\cos^n(x) = R$, то $x = \arccos\left(\frac{1}{R^n}\right)$. В результаті, отримуємо рівняння:

$$(A \cdot n \cdot (\cos(\arccos(\frac{1}{R^n})) - 1) + 1)^2 = R. \quad (4)$$

Розв'язавши рівняння (4), отримуємо $A = \frac{\sqrt{R} - 1}{n \cdot (\frac{1}{R^n} - 1)}$, а тому функція (3) дорівнює:

$$\left(\frac{\sqrt{R} - 1}{\frac{1}{R^n} - 1} \cdot (\cos(\gamma) - 1) + 1 \right)^2 \quad (5)$$

За рахунок зміни R можна змінювати форму кривої та точність відтворення зони затухання. Проведені дослідження показали, що найкраща точність досягається при R=0,271, а тому

$$\cos^n(x) \approx (0.392 \cdot n \cdot (\cos(\gamma) - 1) + 1)^2. \quad (6)$$

15 Пристрій працює таким чином.

У другий регістр 2 записується значення коефіцієнта n спекулярності поверхні. Для цього його значення подається на другий інформаційний вхід 19 пристрою, а на другий керуючий вхід 20 - рівень логічної одиниці. У перший регістр 1 записується значення косинуса кута між

20 вектором нормалі та вектором \vec{N} $\cos \gamma = \vec{N} \cdot \vec{N}$. Значення $\cos \gamma$ подається на перший інформаційний вхід 34 пристрою. Запис здійснюється шляхом подавання рівня логічної одиниці на перший керуючий вхід 18 пристрою. У третій регістр 3, четвертий регістр 4 та п'ятий регістр 5

від зовнішнього пристрою записується відповідно значення інтенсивності R, G, B складових кольору, помножених на коефіцієнт k_s дзеркального відбиття поверхні. Для цього на третій 21, четвертий 23 і п'ятий 25 інформаційні входи подаються відповідно значення інтенсивності R, G та B складових кольору, помножених на коефіцієнт дзеркального відбиття поверхні, а на відповідні третій 22, четвертий 24 та п'ятий 26 керуючі входи подається рівень логічної одиниці. Значення коефіцієнта спекулярності n із другого регістра 2 надходить на вхід блока 11 постійної пам'яті, де зберігаються відповідні граничні значення ДФВЗ, після яких отриманні значення слід обнуляти. Граничне значення ДФВЗ з виходу блока 11 постійної пам'яті надходить на другий

30 вхід схеми порівняння 13, на перший вхід якої надходить операнд $(0,392 \cdot n \cdot (\cos(\gamma) - 1) + 1)^2$. Він

формується таким чином. Значення $\cos \gamma$ з першого регістра 1 подається на перший вхід першого суматора 6, на кожний розряд другого входу 32 якого подається код одиниці, що забезпечує віднімання від операнда 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

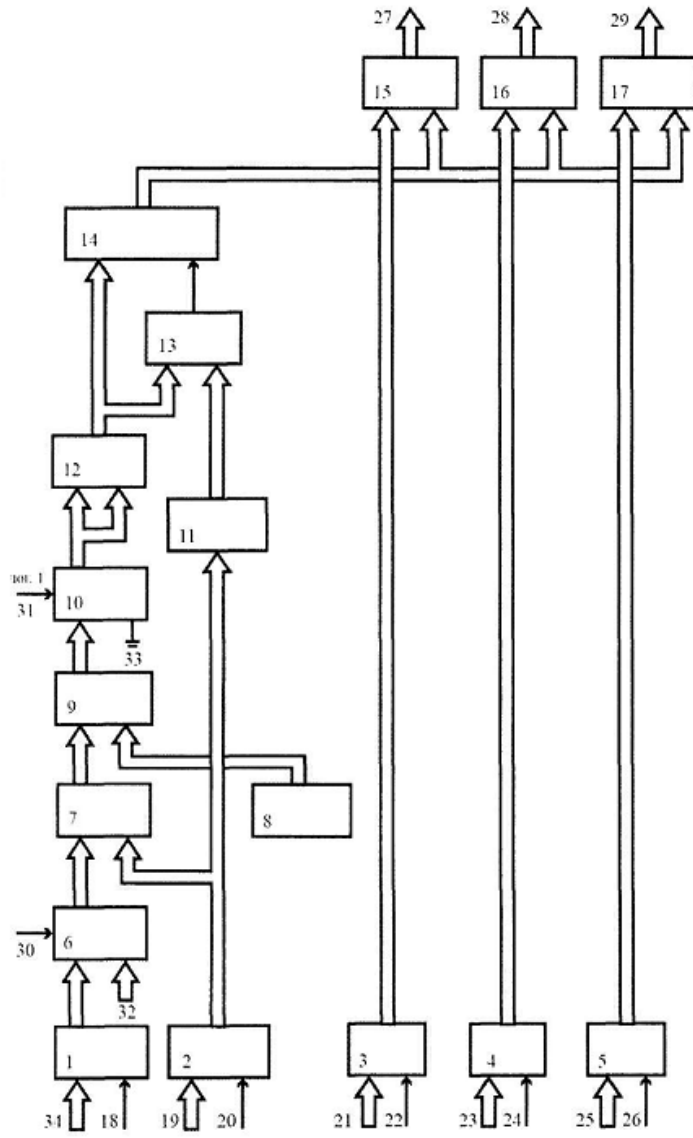
35 отримати доповняльний код 1, потрібно до молодшого розряду додати 1, тобто доповняльний код 1 дорівнює 111...11. Вхід переносу 30 першого суматора 6 заземлено, що забезпечує формування на його виході значення $\cos(\gamma) - 1$, яке надходить на перший вхід першого блока 7

множення. На другий вхід першого блока 7 множення подається значення n з другого регістра 2. Таким чином, на виході першого блока 7 множення результат отримується значенням $n \cdot (\cos \gamma - 1)$, яке подається на перший вхід шостого блока 9 множення. На другий вхід шостого блока 9 множення подається значення коефіцієнта 0,392 з виходу другого блока 8 постійної пам'яті. Таким чином, на виході шостого блока 9 множення формується результат $0,392 \cdot n \cdot (\cos \gamma - 1)$, який подається на перший вхід другого суматора 10. Другий вхід 33 другого суматора 10 заземлено, а на вхід переносу 31 подано рівень логічної одиниці, тому на виході другого суматора 10 формується значення $0,392 \cdot n \cdot (\cos \gamma - 1) + 1$, яке подається на обидва входи другого блока 12 множення, на виході якого отримуємо значення $0,392 \cdot n \cdot (\cos \gamma - 1) + 1)^2$, яке подається на схему порівняння 13 і на блок 14 ключів. Коли отримане значення менше за граничне, то на виході блока 14 ключів формується нульове значення, інакше - значення $0,392 \cdot n \cdot (\cos \gamma - 1) + 1)^2$. Значення $0,392 \cdot n \cdot (\cos \gamma - 1) + 1)^2$ з блока 14 ключів подається на перші входи третього 15, четвертого 16 та п'ятого 17 блоків множення. На другі входи третього 15, четвертого 16 та п'ятого 17 блоків множення подається значення інтенсивності R , G , B складових кольору, помножених на коефіцієнт k_s дзеркального відбиття поверхні із виходів третього 3, четвертого 4 та п'ятого 5 регістрів, відповідно. На першому 27, другому 28 та третьому 29 інформаційних виходах пристрою формуються R , G , B складові інтенсивності кольору.

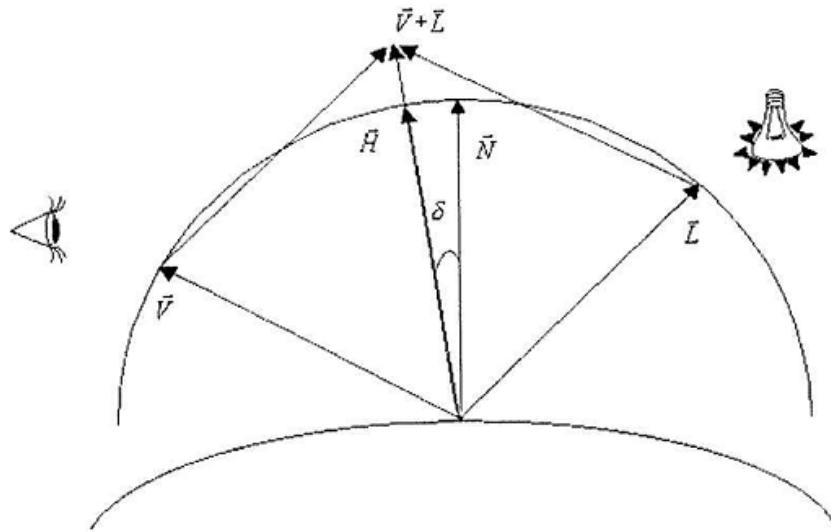
Дослідження показали (див. фіг. 4), що точність відтворення зони затухання пристроєм, що пропонується, у 1,78 разів вища порівняно з пристроєм-прототипом для $n \in [1; 1000]$.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

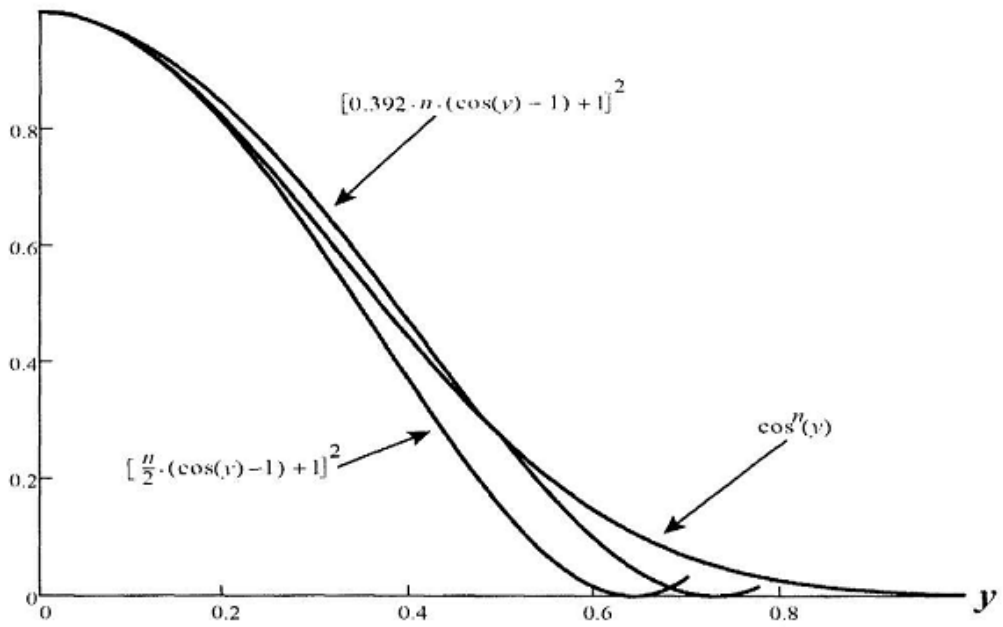
Пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, який містить блок постійної пам'яті, п'ять блоків множення, п'ять регістрів, два суматори, схему порівняння та блок ключів, причому вихід третього блока множення підключено до першого виходу пристрою, вихід четвертого блока множення підключено до другого виходу пристрою, вихід п'ятого блока множення підключено до третього виходу пристрою, керуючий вхід першого регістра якого підключено до першого керуючого входу пристрою, а інформаційний вхід підключено до першого інформаційного входу пристрою, керуючий вхід другого регістра підключено до другого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до другого інформаційного входу пристрою, а вихід підключено до блока постійної пам'яті, керуючий вхід третього регістра підключено до третього керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до третього інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано із першим входом третього блока множення, керуючий вхід четвертого регістра підключено до четвертого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до четвертого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом четвертого блока множення, керуючий вхід п'ятого регістра підключено до п'ятого керуючого входу пристрою, інформаційний вхід підключено до п'ятого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом п'ятого блока множення, перший вхід першого суматора з'єднано з виходом першого регістра, кожний розряд другого входу під'єднано до рівня логічної одиниці, а вхід переносу заземлено, перший вхід першого блока множення з'єднано із виходом першого суматора, другий вхід - з виходом другого регістра, другий вхід другого суматора заземлено, а вхід переносу під'єднано до рівня логічної одиниці, обидва входи другого блока множення підключено до виходу другого суматора, перший і другий входи схеми порівняння з'єднано з виходом другого блока множення і виходом блока постійної пам'яті відповідно, до входів блока ключів підключено вихід другого блока множення та вихід схеми порівняння, а вихід підключено до других входів третього, четвертого і п'ятого блоків множення, який **відрізняється** тим, що у нього введено другий блок постійної пам'яті та шостий блок множення, перший вхід шостого блока множення з'єднано з виходом першого блока множення, а другий вхід - з виходом другого блока постійної пам'яті, вихід шостого блока множення підключено до першого входу другого суматора.



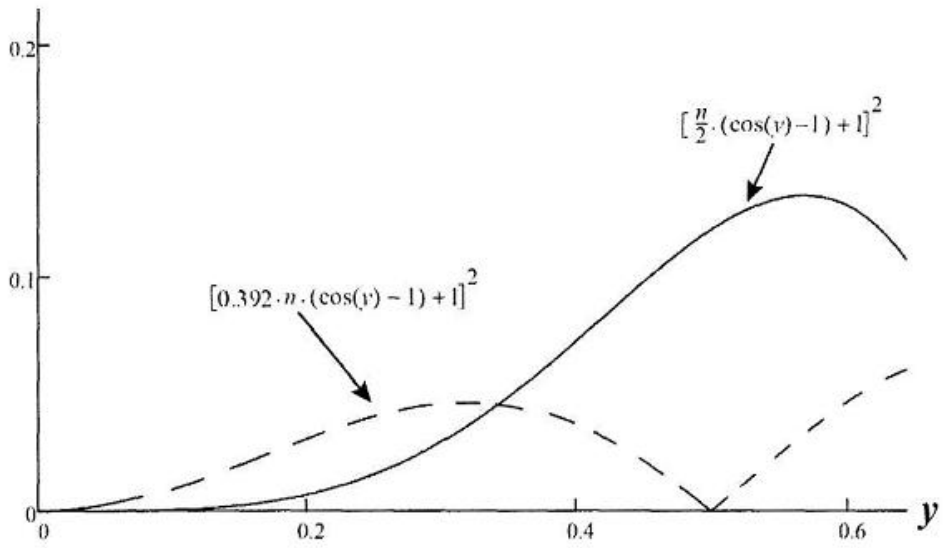
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка С. Чулій

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601