



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **92080** (13) **U**
(51) МПК (2014.01)
G06T 15/00

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

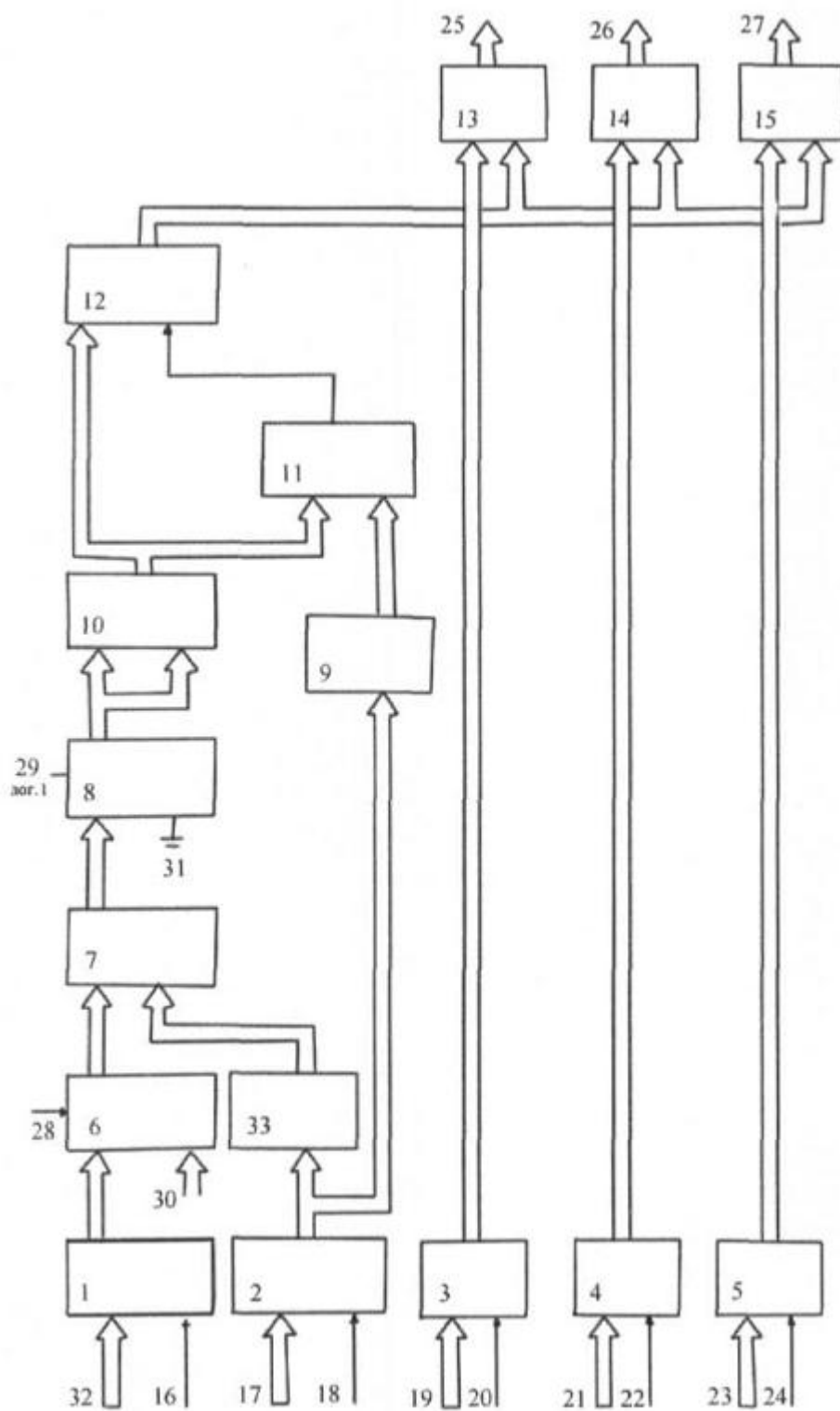
<p>(21) Номер заявки: u 2014 02658</p> <p>(22) Дата подання заявки: 17.03.2014</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.07.2014</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.07.2014, Бюл.№ 14</p>	<p>(72) Винахідник(и): Павлов Сергій Володимирович (UA), Романюк Сергій Олександрович (UA), Піддубецька Марина Петрівна (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 п'ять регістрів, два суматори, п'ять блоків множення, блок порівняння, блок постійної пам'яті та блок ключів. Додатково введено другий блок постійної пам'яті, вхід якого підключено до виходу другого регістра, вихід підключено до другого входу першого блока множення.

UA 92080 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, 5 схему порівняння, мультиплексор. Зсувний регістр підключено до інформаційного входу пристрою, а виходи підключено до входу першого суматора та до першого входу схеми порівняння, вхід першого суматора підключено до виходу зсувного регістра, а вихід з'єднано із другим входом схеми порівняння та із першим входом другого суматора, перший вхід другого суматора підключено до виходу першого суматора, другий вхід - до рівня логічної одиниці, а 10 вихід підключено до обох входів першого блока множення, обидва входи першого блока множення підключено до виходу другого суматора, вихід підключено до обох входів другого блока множення, обидва входи другого блока множення підключено до виходу першого блока множення, а вихід з'єднано із першим входом мультиплексора, перший вхід схеми порівняння з'єднано з зсувним регістром, другий вхід із виходом першого суматора, а вихід підключено до 15 стробового входу мультиплексора, перший вхід мультиплексора підключено до виходу другого блока множення, другий вхід заземлено, стробовий вхід підключено до виходу схеми порівняння, а вихід підключено до виходу пристрою [патент № 5739820 США, МПК6 G06T15/50, 1998, фіг. 7C, 7D].

Недолік пристрою полягає в низькій точності відтворення зони затухання відблиску через 20 різке спадання функції.

Найбільш близьким до технічного рішення, що заявляється, є пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, який містить блок постійної пам'яті, в подальшому перший блок постійної пам'яті, два суматори, блок порівняння, блок ключів, п'ять регістрів, п'ять 25 блоків множення, 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 підключено до першого керуючого входу пристрою, а інформаційний вхід підключено до першого інформаційного входу пристрою, вихід другого регістра підключено до першого блока постійної пам'яті, керуючий вхід якого підключено до другого керуючого входу пристрою, а 30 інформаційний вхід підключено до другого інформаційного входу пристрою, 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 35 пристрою, а вихід з'єднано із 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 із першим входом п'ятого блока множення, перший вхід першого суматора з'єднано із виходом першого регістра, кожний розряд другого входу підключено до рівня логічної одиниці, а вхід переносу заземлено, перший вхід 40 першого блока множення з'єднано із виходом першого суматора, другий вхід - із виходом другого регістра, перший вхід другого суматора підключено до виходу першого блока множення, другий вхід заземлено, а вхід переносу підключено до рівня логічної одиниці, обидва входи другого блока множення підключено до виходу другого суматора, перший і другий входи схеми порівняння з'єднано із виходом другого блока множення і виходом блока постійної пам'яті 45 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, МПК7 G06T 15/50, опубл. 10.02.2008].

Недоліками пристрою є недостатня якість відтворення спекулярної складової кольору в зоні 50 затухання, що обумовлює обмежену область застосування пристрою, оскільки він може використовуватись лише для певної групи поверхонь, наприклад, з високим показником коефіцієнта спекулярності.

В основу корисної моделі поставлена задача створення пристрою для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, в якому за рахунок введення нових елементів і зв'язків, використання нової функціональної залежності досягається підвищення реалістичності 55 (точності) визначення спекулярної складової кольору, а також розширення області застосування пристрою за рахунок використання для всіх матеріалів поверхні.

Поставлена задача вирішується тим, що у пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, який містить п'ять регістрів, два суматори, п'ять блоків 60 множення, блок порівняння, блок постійної пам'яті та блок ключів, причому керуючий вхід першого регістра з'єднано з першим керуючим входом пристрою, а інформаційний вхід

підключено до першого інформаційного входу пристрою, керуючий вхід другого регістра з'єднано з другим керуючим входом пристрою, а інформаційний вхід підключено до другого інформаційного входу пристрою, керуючий вхід третього регістра з'єднано з третім керуючим входом пристрою, інформаційний вхід підключено до третього інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом третього блока множення, керуючий вхід четвертого регістра з'єднано з четвертим керуючим входом пристрою, інформаційний вхід підключено до четвертого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом четвертого блока множення, керуючий вхід п'ятого регістра з'єднано з п'ятим керуючим входом пристрою, інформаційний вхід підключено до п'ятого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом п'ятого блока множення, вихід третього блока множення з'єднано з першим виходом пристрою, вихід четвертого блока множення підключено до другого виходу пристрою, вихід п'ятого блока множення з'єднано з третім виходом пристрою, перший вхід першого суматора підключений до виходу першого регістра, другий вхід першого суматора з'єднано з шостим інформаційним входом пристрою, а вхід переносу з'єднано з шостим керуючим входом пристрою, перший вхід першого блока множення з'єднано з виходом першого суматора, перший вхід другого суматора підключено до виходу першого блока множення, другий вхід з'єднано з восьмим інформаційним входом пристрою, а вхід переносу підключено до восьмого керуючого входу пристрою, перший та другий входи другого блока множення з'єднано з виходом другого суматора, перший вхід блока ключів з'єднано з виходом другого блока множення, вихід блока ключів підключено до других входів третього, четвертого та п'ятого блоків множення, перший вхід блока порівняння підключено до виходу другого блока множення, вихід блока порівняння підключено до другого входу блока ключів, вхід першого блока постійної пам'яті підключено до виходу другого регістра, вихід першого блока постійної пам'яті підключено до другого входу блока порівняння, введено другий блок постійної пам'яті, вхід якого підключено до виходу другого регістра, вихід підключено до другого входу першого блока множення.

На фігурі 1 зображено схему пристрою.

На фігурі 2 зображено хід променів у моделі освітлення Бліна.

На фігурі 3 зображено графіки еталонної дистрибутивної функції відбивної здатності поверхні ($f(x)$), функцій прототипу ($h(x)$) і пристрою ($b(x)$), що пропонується для $n=6$.

На фігурі 4 графіки абсолютного відхилення значень апроксимаційних функцій прототипу ($f_2(n)$) і пристрою, що пропонується ($f_1(n)$) для $n=6$.

Пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору містить перший блок 9 постійної пам'яті, другий блок 33 постійної пам'яті, відповідно перший ÷ п'ятий 1÷5 регістри, перший суматор 6, другий суматор 8, відповідно перший ÷ п'ятий 7, 10, 13÷45 блоки множення, схему порівняння 11 і блок 12 ключів, перший 32, другий 17, третій 19, четвертий 21, п'ятий 23 інформаційні входи пристрою, перший 16, другий 18, третій 20, четвертий 22, п'ятий 24 керуючі входи пристрою, відповідно перший ÷ третій 25÷27 інформаційні входи пристрою. Вихід третього блока 13 множення підключено до першого виходу 25 пристрою, вихід четвертого блока 14 множення підключено до другого виходу 26 пристрою, вихід п'ятого блока 15 множення підключено до третього виходу 27 пристрою. Вихід другого регістра 2 підключено до блока 33 постійної пам'яті та до блока 9 постійної пам'яті, керуючий вхід другого регістра 2 підключено до другого керуючого входу пристрою 18, а інформаційний вхід підключено до другого інформаційного входу пристрою 17. Керуючий вхід першого регістра 1 підключено до першого керуючого входу пристрою 16, а інформаційний вхід підключено до першого інформаційного входу пристрою 32. Керуючий вхід третього регістра 3 підключено до третього керуючого входу пристрою 20, інформаційний вхід підключено до третього інформаційного входу пристрою 19, а вихід з'єднано із першим входом третього блока 13 множення. Керуючий вхід четвертого регістра 4 підключено до четвертого керуючого входу пристрою 22, інформаційний вхід підключено до четвертого інформаційного входу пристрою 21, а вихід з'єднано із першим входом четвертого блока множення 14. Керуючий вхід п'ятого регістра 5 підключено до п'ятого керуючого входу пристрою 24, інформаційний вхід підключено до п'ятого інформаційного входу пристрою 23, а вихід з'єднано із першим входом п'ятого блока 15 множення. Перший вхід першого суматора 6 з'єднано із виходом першого регістра 1, на кожний розряд другого входу подано сигнал логічної "1", а вхід переносу заземлено. Перший вхід першого блока 7 множення з'єднано із виходом першого суматора 6, другий вхід - із виходом другого блока пам'яті 33. Перший вхід другого суматора 8 підключено до виходу першого блока 7 множення, а другий вхід заземлено, на вхід переносу подано сигнал логічної "1". Обидва входи другого блока 10 множення підключено до виходу другого суматора 8, перший і другий входи схеми порівняння 11 з'єднано із виходом другого блока 10 множення і виходом блока 9 постійної пам'яті відповідно. До входів блока 12 ключів підключено вихід другого блока 10 множення та вихід

схеми порівняння 12, а вихід підключено до других входів третього 13, четвертого 14 та п'ятого 15 блоків множення відповідно (див. Фіг. 1).

Для зафарбування об'єктів у пристрої використовується модель освітлення Бліна, згідно з якою інтенсивність спекулярної складової кольору розраховується по формулі:

$$5 \quad I = I_1 K_s \cos^n \gamma, \quad (1)$$

де I_1 - 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 (ДФВЗ). Вектор \vec{H} розраховується за формулою (2).

$$10 \quad \vec{H} = \frac{\vec{L} + \vec{V}}{|\vec{L} + \vec{V}|}, \quad (2)$$

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

15 Функція $\cos^n \gamma$ являється еталонною дистрибутивною функцією відбивної здатності поверхні.

Для апроксимації дистрибутивної функції $\cos^n \gamma$ використаємо косинус-квадратичну функцію $W(\gamma, n) = (\zeta \cdot (\cos \gamma - 1) + 1)^2$.

Із рівняння $(\zeta \cdot (\cos \gamma - 1) + 1)^2 = 0$ знаходимо, що

$\gamma = \arccos((\zeta - 1)/\zeta)$. Для запропонованої ДФВЗ можна записати, що

$$20 \quad \cos^n \gamma = (\zeta \cdot (\cos \gamma - 1) + 1)^2.$$

Помножимо ліву та праву частини виразу на $\sin \gamma$ і візьмемо визначений інтеграл окремо від лівої та правої частин отриманого рівняння за умови, що межі інтегрування визначаються відрізком від нульового значення аргументу до точки, де функції приймають нульове значення.

Знайдемо визначений інтеграл

$$25 \quad \int_0^{\arccos\left(\frac{\zeta-1}{\zeta}\right)} [\zeta \cdot (\cos \gamma - 1) + 1]^2 \cdot \sin \gamma \, d\gamma = \frac{1}{3 \cdot \zeta}.$$

Виконаємо такі ж дії й для $\cos^n \gamma$

$$\int_0^{\pi/2} \cos^n \gamma \cdot \sin \gamma \cdot d\gamma = \frac{\cos^{n+1} \gamma}{n+1} \Big|_0^{\pi/2} = \frac{1}{n+1}.$$

Прирівнявши праві частини отриманих виразів, знаходимо, що $\zeta = (n+1)/3$.

Нова формула ДФВЗ має такий вигляд $\left(\frac{(n+1)}{3} \cdot (\cos \gamma - 1) + 1\right)^2$.

$$30 \quad \text{Таким чином, } \cos^n \gamma \approx \left(\frac{(n+1)}{3} \cdot (\cos \gamma - 1) + 1\right)^2.$$

Пристрій працює наступним чином.

У другий регістр 2 записується значення коефіцієнта n спекулярності поверхні. Для цього його значення подається на другий інформаційний вхід 17 пристрою, а на другий керуючий вхід 18 - рівень логічної одиниці. У перший регістр 1 записується значення косинуса кута між вектором нормалі та вектором \vec{H} , $\cos \gamma = \vec{H} \cdot \vec{N}$. Значення $\cos \gamma$ подається на перший інформаційний вхід пристрою 32. Запис здійснюється шляхом подавання рівня логічної одиниці на перший керуючий вхід пристрою 16. 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 19, четвертий 21 і п'ятий 23 інформаційні входи подаються відповідно значення інтенсивності R-складової, G-складової та B-складової, помножених на коефіцієнт дзеркального відбиття поверхні, а на відповідні третій 20, четвертий 22 та п'ятий 24 керуючі входи подається сигнал логічної одиниці. Значення коефіцієнта спекулярності n із другого регістра 2 надходить на вхід першого блока 9 постійної пам'яті, де зберігаються відповідні граничні значення ДФВЗ, після яких отримані значення слід обнуляти. Граничне значення ДФВЗ з виходу першого блока 9 постійної пам'яті надходить на перший вхід схеми порівняння 11, на другий вхід якої надходить

операнд $\left(\frac{(n+1)}{3} \cdot (\cos\gamma - 1) + 1\right)^2$. Він формується таким чином. Значення $\cos\gamma$ з першого

регістру 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 дорівнює 111...11. Вхід переносу першого суматора 6 заземлено, що забезпечує формування на його виході значення $\cos\gamma - 1$, яке надходить на

перший вхід першого блока 7 множення. Значення коефіцієнта спекулярності n із другого регістру 2 надходить на вхід другого блока 33 постійної пам'яті, де зберігаються відповідні значення $\frac{n+1}{3}$. На другий вхід першого блока 7 множення подається значення з другого блока пам'яті 33. Другий вхід другого суматора 8 заземлено, а на вхід переносу 28 подано рівень

логічної одиниці, тому на виході другого суматора 8 формується значення $\frac{n+1}{3}(\cos\gamma - 1) + 1$, яке подається на обидва входи другого блока 10 множення, на виході якого отримуємо

$\left(\frac{n+1}{3}(\cos\gamma - 1) + 1\right)^2$, яке подається на схему порівняння 11 і на блок 12 ключів. Коли отримане значення менше за граничне, то на виході блока 12 ключів формується нульове

значення, інакше - значення $\left(\frac{n+1}{3}(\cos\gamma - 1) + 1\right)^2$. Значення $\left(\frac{n+1}{3}(\cos\gamma - 1) + 1\right)^2$ з блока

12 ключів подається на перші входи третього 13, четвертого 14 та п'ятого 15 блоків множення. На другі входи третього 13, четвертого 14 та п'ятого 15 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 25, другому 26 та третьому 27 інформаційних виходах пристрою формуються R, G, B складові інтенсивності кольору, які знайдено по формулі (1).

На фіг. 3 зображено графіки функцій $\cos^n \gamma$, $\left(\frac{n}{2} \cdot (\cos\gamma - 1) + 1\right)^2$, $\left(\frac{n+1}{3} \cdot (\cos\gamma - 1) + 1\right)^2$

для $n=6$. З графіка видно, що для функції $\left(\frac{n+1}{3} \cdot (\cos\gamma - 1) + 1\right)^2$ має місце суттєве

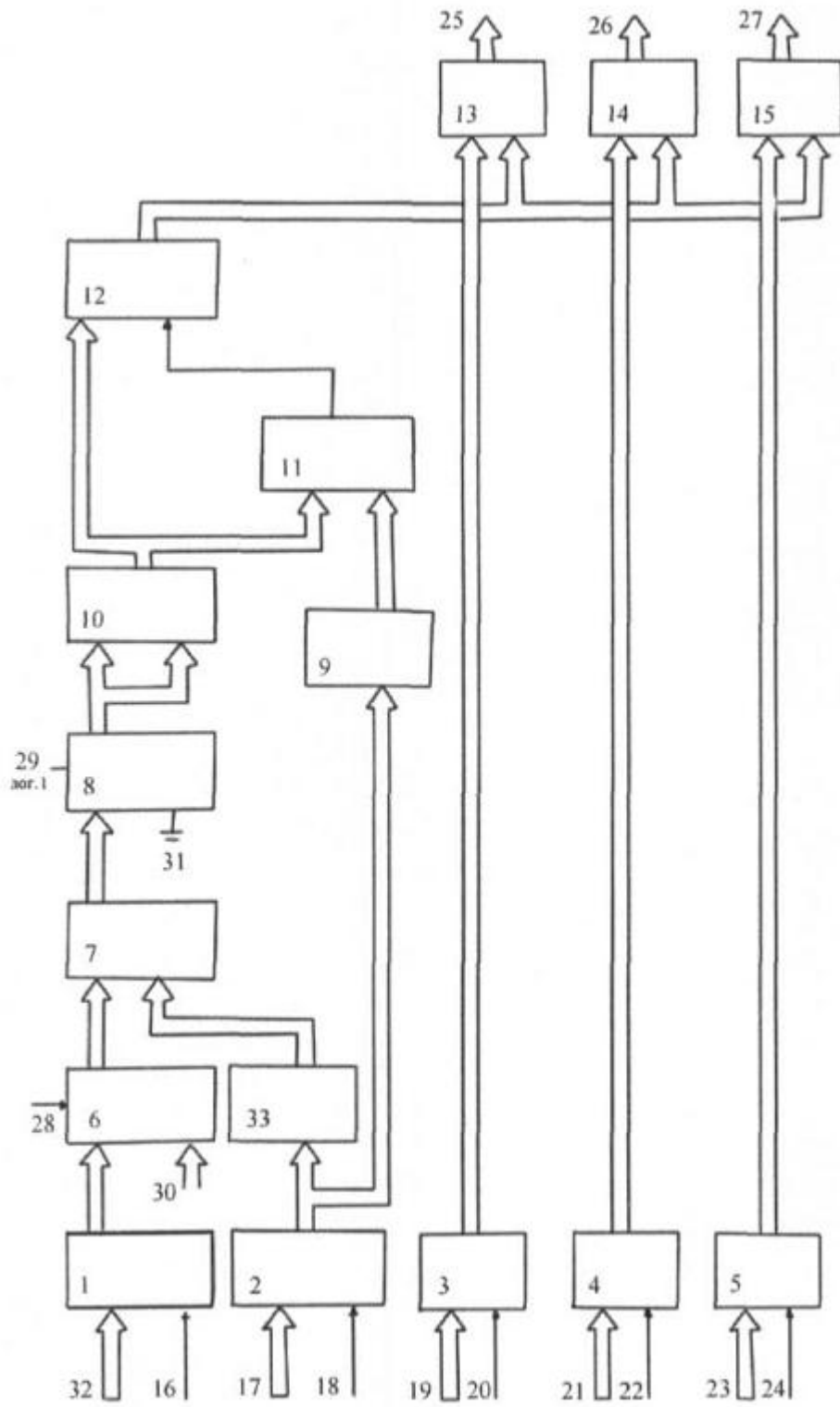
наближення функції до еталонної $\cos^n \gamma$.

Відповідно на фіг. 4 показано графіки зміни абсолютної похибки розробленої функції порівняно із прототипом.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для визначення інтенсивності спекулярної складової кольору, який містить п'ять регістрів, два суматори, п'ять блоків множення, блок порівняння, блок постійної пам'яті та блок ключів, причому керуючий вхід першого регістра з'єднано з першим керуючим входом пристрою, а інформаційний вхід підключено до першого інформаційного входу пристрою, керуючий вхід другого регістра з'єднано з другим керуючим входом пристрою, а інформаційний вхід підключено до другого інформаційного входу пристрою, керуючий вхід третього регістра

з'єднано з третім керуючим входом пристрою, інформаційний вхід підключено до третього інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом третього блока множення, керуючий вхід четвертого регістра з'єднано з четвертим керуючим входом пристрою, інформаційний вхід підключено до четвертого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом четвертого блока множення, керуючий вхід п'ятого регістра з'єднано з п'ятим керуючим входом пристрою, інформаційний вхід підключено до п'ятого інформаційного входу пристрою, а вихід з'єднано з першим входом п'ятого блока множення, вихід третього блока множення з'єднано з першим виходом пристрою, вихід четвертого блока множення підключено до другого виходу пристрою, вихід п'ятого блока множення з'єднано з третім виходом пристрою, перший вхід першого суматора підключений до виходу першого регістра, другий вхід першого суматора з'єднано з шостим інформаційним входом пристрою, а вхід переносу з'єднано з шостим керуючим входом пристрою, перший вхід першого блока множення з'єднано з виходом першого суматора, перший вхід другого суматора підключено до виходу першого блока множення, другий вхід з'єднано з восьмим інформаційним входом пристрою, а вхід переносу підключено до восьмого керуючого входу пристрою, перший та другий входи другого блока множення з'єднано з виходом другого суматора, перший вхід блока ключів з'єднано з виходом другого блока множення, вихід блока ключів підключено до других входів третього, четвертого та п'ятого блоків множення, перший вхід блока порівняння підключено до виходу другого блока множення, вихід блока порівняння підключено до другого входу блока ключів, вхід першого блока постійної пам'яті підключено до виходу другого регістра, вихід першого блока постійної пам'яті підключено до другого входу блока порівняння, який **відрізняється** тим, що додатково введено другий блок постійної пам'яті, вхід якого підключено до виходу другого регістра, вихід підключено до другого входу першого блока множення.



Фиг. 1

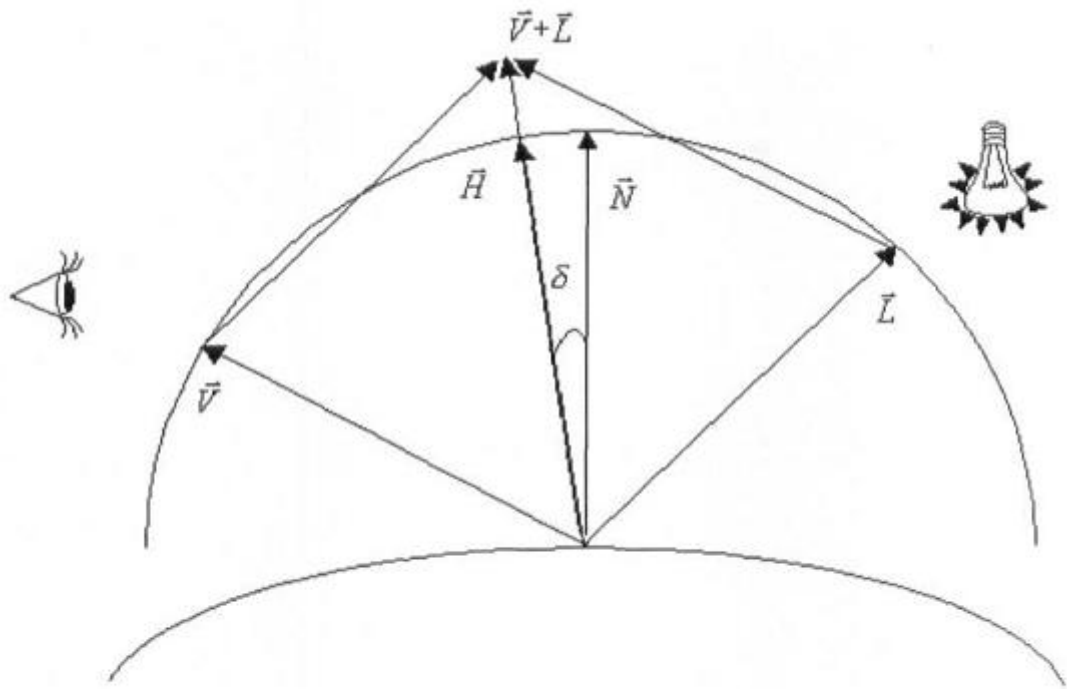


Fig. 2

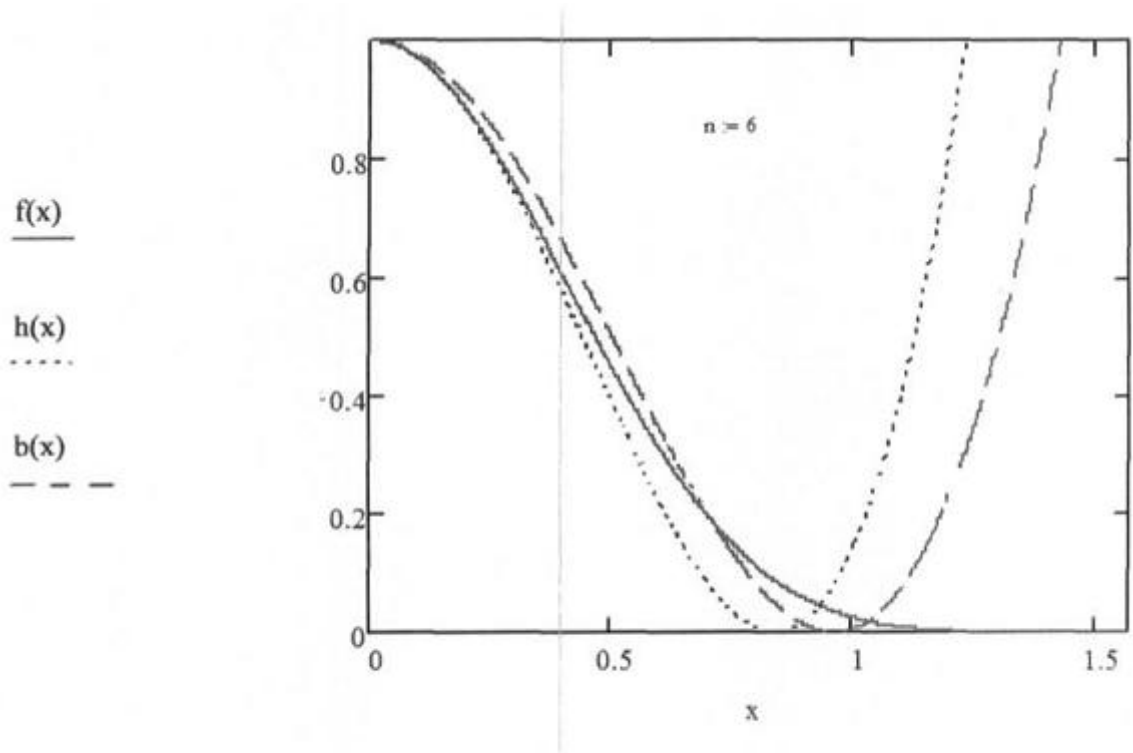


Fig. 3

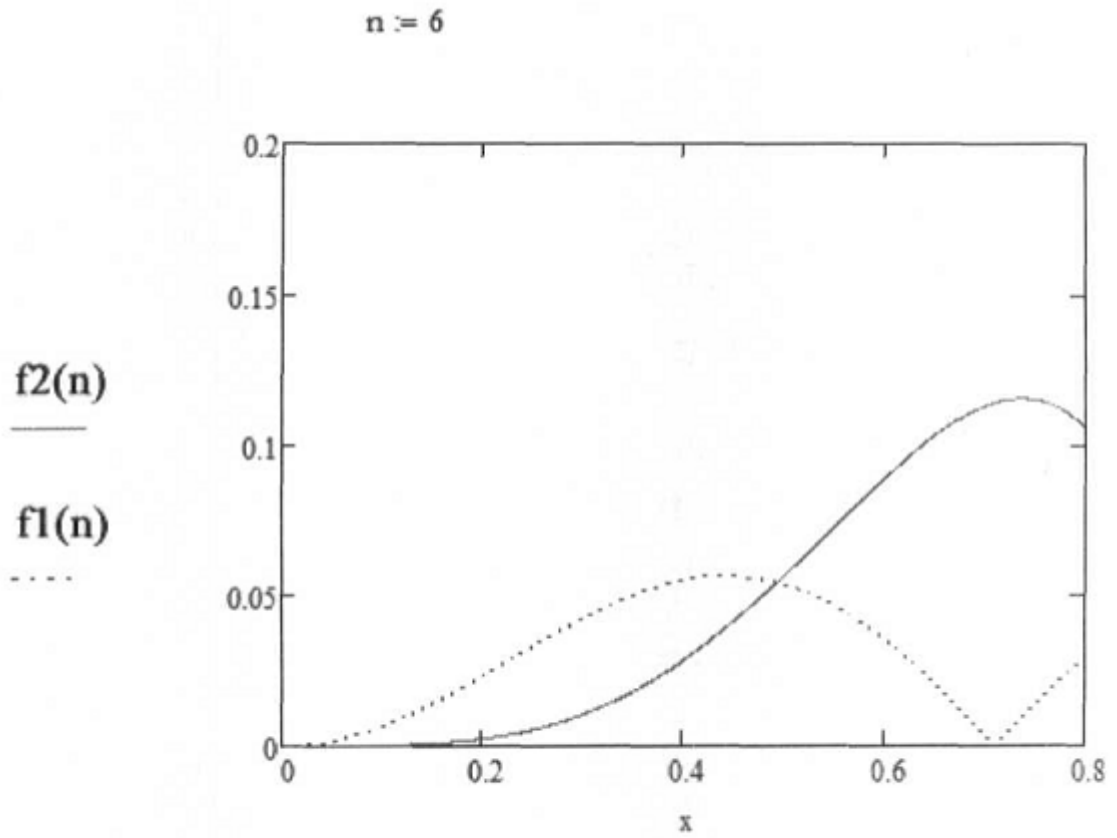


Fig. 4

Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

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