

SCI-CONF.COM.UA

**MODERN RESEARCH
IN WORLD SCIENCE**



**PROCEEDINGS OF IX INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
NOVEMBER 28-30, 2022**

**LVIV
2022**

MODERN RESEARCH IN WORLD SCIENCE

Proceedings of IX International Scientific and Practical Conference

Lviv, Ukraine

28-30 November 2022

Lviv, Ukraine

2022

UDC 001.1

The 9th International scientific and practical conference “Modern research in world science” (November 28-30, 2022) SPC “Sci-conf.com.ua”, Lviv, Ukraine. 2022. 1977 p.

ISBN 978-966-8219-86-3

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Modern research in world science. Proceedings of the 9th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Lviv, Ukraine. 2022. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/ix-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-research-in-world-science-28-30-11-2022-lviv-ukrayina-arhiv/>.

Editor

Komarytskyy M.L.

Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: lviv@sci-conf.com.ua

homepage: <https://sci-conf.com.ua>

©2022 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2022 Authors of the articles

АНАЛІЗ НОВИХ ФІЗИЧНО-ТОЧНИХ ДВОПРОМЕНЕВИХ ФУНКЦІЙ ВІДБИВНОЇ ЗДАТНОСТІ

Завальнюк Євген Костянтинович
Станіславенко Євген Григорович
Вінтонюк Владислав Вікторович
Васянович Євгеній Анатолійович

студенти

Романюк Олександр Никифорович

д.т.н., проф.

Вінницький національний технічний університет
м. Вінниця, Україна

Вступ. Двопроменеві функції відбивної здатності (ДФВЗ) залежно від потреби забезпечують різні рівні точності відтворення відбиття. Перша група-емпіричні ДФВЗ (моделі Фонга, Блінна-Фонга) більше спрямовані на швидку візуалізацію об'єкта. Друга група – фізично-точні ДФВЗ (Кука-Торренса, Уорда) забезпечують врахування різних фізичних характеристик при формуванні зображення для підвищення реалістичності. У фізично-точних моделях поверхня ділиться на дрібні ділянки (мікрофасети).

Мета роботи – здійснити аналіз нових фізично-точних ДФВЗ з 2012 року.

Аналіз моделей відбиття. Модель Багера (2012) є вдосконаленням фізичної ізотропної моделі Кука-Торренса та полягає у заміні розподілу мікрофасетів.

Оригінальна модель Кука-Торренса обчислюється:

$$\frac{F}{\pi} \frac{DG}{(\vec{N}\vec{L})(\vec{N}\vec{V})},$$

де D – розподіл фасет Бекмана, G – коефіцієнт ослаблення світла, F -коефіцієнт Френеля, \vec{N} – нормаль до поверхні, \vec{L} – промінь від джерела до точки, \vec{V} – промінь від точки до приймача світла.

Авторами встановлено невідповідність використання розподілу Бекмана для блискучих матеріалів. В моделі використано точніший SGD-розподіл

(зсунутий гамма-розподіл), що досить ефективний для поверхонь різного типу (від дифузних до високо блискучих).

Зсунутий гамма-розподіл SGD для $D(\theta_m)$ визначається як:

$$\frac{\chi[0; \frac{\pi}{2}](\theta_m)}{\pi \cos^4 \theta_m} P_{22}(\tan^2 \theta_m)$$

де $\chi=1$ якщо θ менше $\pi/2$, інакше 0, $P_{22}(x)$ визначається:

$$\frac{\alpha^{p-1} e^{-\frac{\alpha^2+x}{\alpha}}}{\Gamma(1-p, \alpha) (\alpha^2+x)^p},$$

де p – залежний від моделі параметр, α – шорсткість матеріалу, Γ -неповна Гамма-функція, визначається:

$$\Gamma(s, x) = \int_x^{\infty} t^{s-1} e^{-t} dt$$

Моделі Льова (Й. Льов, Д. Кронандер, А. Іннерман, Й. Унгер, 2012) вміщують ДФВЗ для гладкої поверхні та мікрофасетну ДФВЗ. Моделі призначені для глянцевиx поверхонь.

ДФВЗ для гладкої поверхні (де малі структури порівняно з довжиною хвилі світла) побудована на основі моделі Релея-Райса гладких поверхонь. Для моделювання спектральної густини потужності використано АВС-функцію. АВС-функція $S(f)$ розраховується:

$$\frac{A}{(1+Bf^2)^C},$$

де $B = (2\pi l_o)^2 (l_o - \text{кореляційна довжина})$, A – похідна низькочастотної спектральної густини, $C = (c+1)/2$ (c – падіння спектру високих частот).

Модель Льова для гладкої поверхні обчислюється:

$$\frac{K_d}{\pi} + G' Q' S(\square D_p \square),$$

де K_d – коефіцієнт дифузного компоненту, S – АВС-функція, D_p -проекований вектор відхилення (спроєковане відхилення відбитого напрямку V від віддзеркаленого R), G' – фактор нахилу гладкої поверхні, Q' -фактор поляризації гладкої поверхні.

Мікрофасетна модель Льова обчислюється:

$$\frac{K_d}{\pi} + \frac{S(\sqrt{1-\langle H, N \rangle})FG}{\langle L, N \rangle \langle V, N \rangle}$$

Авторами моделі здійснено порівняння з моделями Кука-Торренса, Ашикмина-Ширлі. Згідно з E2-метрикою моделі Льова показали кращу узгодженість з моделями 5 матеріалів (сірий пластик, золотий-металевий-2, золотий-металевий-3, алюмінієва бронза, гематит), також для моделі фіолетової фарби мікрофасетна модель Льова показала найменшу похибку, для гладкої поверхні – найбільшу.

Моделі Багера, Льова характеризуються відсутністю збереження енергії, наявністю симетричності.

Ретрорефлективна модель (Д. Гуо, Я.-В. Гуо, Д.-Г. Пан, 2018) – ДФВЗ для ретрорефлективних матеріалів (коли значна частина світла відбивається у напрямку падіння), базується на фасетному поділі поверхонь. Ретрорефлективні матеріали зазвичай використовуються для виділення об'єктів в умовах поганої видимості.

ДФВЗ включає три складові відбиття: відбиття від шорсткої площини падіння, ретрорефлективне, дифузного відбиття. Є фізично-реалістичною та обчислювально-ефективною моделлю.

Складова відбиття від поверхні обчислюється:

$$\frac{F(\vec{L}, \vec{w}_m) D(\vec{w}_m) G(\vec{L}, \vec{V})}{4 (\vec{N}\vec{L})(\vec{N}\vec{V})},$$

де D – розподіл Бекмана, w_m – нормаль мікрофасети.

Складова ретрорефлекції обчислюється:

$$\frac{E(\mu_t)(1-F(\vec{L}, \vec{N}))(1-F(\vec{V}, \vec{N}))D(\vec{V})G(\vec{L}, \mu_t)G(\mu_t, \vec{V})}{(\vec{N}\vec{V})},$$

де E – частота ретрорефлекції, μ_t – середній напрям фасети заломлення.

Складова дифузного відбиття обчислюється:

$$(1-F(\vec{L}, \vec{N}))(1-F(\vec{V}, \vec{N}))(1-E(\mu_t))\left(\frac{\eta_a}{\eta_p}\right)^2 \frac{k_d}{\pi},$$

де $\frac{\eta_a}{\eta_p}$ – різниця між падаючим та заломленим випромінюванням.

Висновки. Проаналізовано нові фізично-точні моделі: Багера, Льова, ретрорефлективну. Встановлено, що окрім забезпечення фізичної коректності, високої реалістичності та спрощення перспективними напрямками вдосконалення й розробки фізично-точних моделей є:

1. Вибір точнішого закону розподілу мікрофасетів.
2. Врахування особливих випадків відбиття (як для ретрорефлективних матеріалів).
3. Спеціалізація ДФВЗ для окремих видів матеріалів.