

## TECHNICAL SCIENCES

### SHADER OPTIMISATION DURING SCENE CREATION IN BLENDER

### ОПТИМІЗАЦІЯ ШЕЙДЕРІВ ПРИ СТВОРЕННІ СЦЕН У BLENDER

**Halyna Kyrychek<sup>1</sup>**  
**Serhii Hetman<sup>2</sup>**

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-601-0-2>

У сучасних інформаційних технологіях, зокрема комп'ютерній графіці, значну роль відіграє не лише технічна досконалість зображення, а й його естетична виразність [1, 2]. З розвитком індустрії відеоігор, інтерактивних медіа та анімації зростає попит на нестандартні, художньо стилізовані сцени, які здатні викликати емоційний відгук у користувача та підкреслити унікальність візуального стилю проєкту [3]. Одним із ключових інструментів, що дозволяє досягти такого ефекту, є шейдери – спеціальні програми, які керують візуалізацією об'єктів на рівні графічного процесора [4–5]. Використання шейдерів дозволяє реалізовувати різноманітні візуальні ефекти: від простого освітлення до складних процедурних матеріалів та постобробки [6]. Однак створення шейдерів, які є одночасно візуально переконливими та продуктивними, вимагає глибокого розуміння як технічних аспектів рендерингу, так і художніх принципів стилізації [7–9]. Особливо це актуально для сцен, що відходять від фотореалізму і прагнуть передати певну атмосферу чи художній настрій [10]. Метою роботи є впровадження та оптимізація шейдерів для створення стилізованих та переконливих сцен у Blender, з метою покращення візуального сприйняття без значних втрат продуктивності. Об'єктом дослідження є процес реалізації шейдерів та тривимірних сцен у програмному середовищі Blender. Предметом є моделі та методи реалізації, впровадження та оптимізації шейдерів при створенні стилізованих та переконливих сцен.

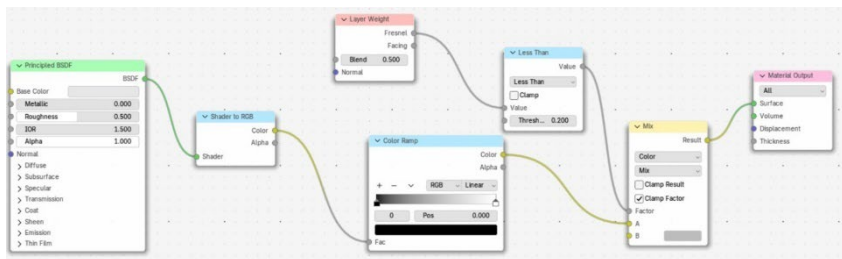
Створення outline (контурного) шейдера є важливим етапом стилізації сцени, особливо якщо ми прагнемо досягти візуального ефекту, подібного

---

<sup>1</sup> National University Zaporizhzhia Polytechnic, Ukraine

<sup>2</sup> National University Zaporizhzhia Polytechnic, Ukraine

до ручної анімації або графічного роману. Контурний шейдер дозволяє обводити силуети об'єктів тонкими лініями, тим самим покращуючи візуальне сприйняття форми, глибини та меж між елементами сцени [11–13]. Це не лише додає художнього стилю, але й значно покращує читабельність складних сцен, особливо в умовах зниженої деталізації або специфічного освітлення. У парі з Toon Shader, який відповідає за різкі переходи між світлом і тінню, Outline Shader виконує функцію завершального штриха – підкреслює обриси та структуру моделі. Щоб створити outline shader, нам так само не знадобиться багато нодів – він створюється відносно просто, але при цьому дозволяє досягти дуже ефектного стилізованого результату [14]. На рисунку можна побачити створення шейдеру в редакторі шейдерів (рис. 1).



**Рисунок 1 – Створення шейдеру в редакторі**

Авторами реалізовано коливання травинок за допомогою шуму та часової анімації, завдяки чому отримано м'який рух, який імітує вплив вітру. Кожна травинка отримала свою унікальну позицію, нахил і навіть колір, що зробило покриття різноманітним і природним. Окрім геометрії та руху, також додали колірну варіацію, керовану випадковим фактором (рис. 2). Також у роботі визначено вимоги до художнього стилю та технічної реалізації сцен. Проведено проектування візуальних ефектів, що включало створення прототипів сцен, підбір освітлення, матеріалів і розробку власних шейдерів за допомогою вузлової системи (Shader Editor) у Blender. Особливу увагу приділено нелінійним, стилізованим матеріалам, які імітують художні техніки, такі як cel-shading, ефект контуру, текстурне зафарбовування тощо. Реалізація шейдерів здійснювалася із врахуванням оптимізації – зменшено кількість обчислень, використано процедурні текстури, мінімізовано навантаження на GPU, а також проведено тестування сцен у режимах Eevee та Cycles для оцінки якості рендерингу та продуктивності на різних системах.



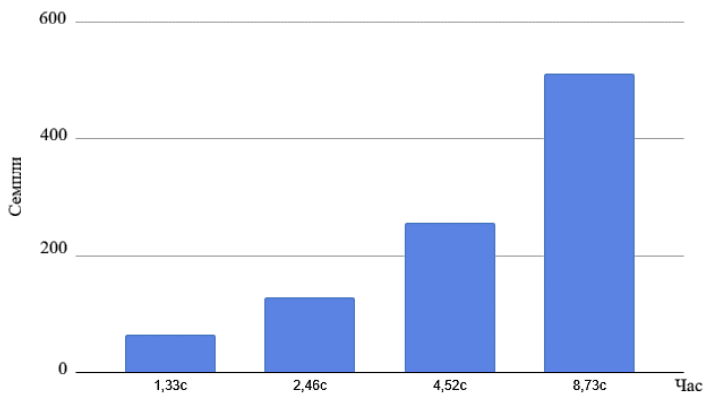
**Рисунок 2 – Сцена зі стилізованим скайбоксом**

Шумова текстура в системі відіграє ключову роль у створенні відчуття живої, органічної трави. Вона генерує псевдовипадкові значення, які ми використовуємо для зміни параметрів окремих травинок: зокрема, їхнього кута нахилу, положення та навіть відтінку кольору. Це робить сцену не тільки стилізованою, а й динамічною та більш живою. Вимоги враховують специфіку завдання – розробку ефективних і гнучких шейдерів, здатних забезпечити емоційну виразність сцен без надмірного навантаження на систему. Для об'єктивної оцінки використано кілька рівнів якості рендерингу, які задаються параметром `render samples` у Blender. Чим більше значення семплів, тим точніше обчислюється світло, тіні та глобальне освітлення, а отже, краща якість фінального зображення. Порівняння проведено для чотирьох типових значень семплів: 24, 32, 64 та 128, змінивши рамки тестувань для outdoor-lit сцени на 64, 128, 256, 512, бо вона є досить оптимізованою (табл. 1). Це дозволило оцінити масштаб впливу рівня якості на продуктивність різних типів сцен (рис. 3).

Таблиця 1

**Продуктивність outdoor-lit сцени**

| Семпли | Алокація пам'яті   | Час рендеру |
|--------|--------------------|-------------|
| 64     | 132,22 (194,40) мб | 1,33 с      |
| 128    | 132,34 (194,51) мб | 2,46 с      |
| 256    | 132,43 (194,61) мб | 4,52 с      |
| 512    | 132,53 (194,70) мб | 8,73 с      |



**Рисунок 3 – Час рендеру в outdoor-lit сцени**

Як бачимо, навіть при збільшенні кількості семплів, outdoor-lit сцена демонструє стабільну та ефективну роботу під навантаженням. Завдяки стилізованому художньому підходу, деталізація і точність освітлення не потребують надмірно високої кількості семплів. У таких випадках використання більше ніж 100 семплів вважається зайвим, адже покращення якості зображення при цьому є майже непомітним, тоді як час рендерингу суттєво зростає. Таким чином, для outdoor-lit сцен оптимальним є баланс між достатньою якістю і продуктивністю без надмірного навантаження на систему. Отриманні результати є свідченням можливості вирішувати комплексні завдання з напрямку 3D-візуалізації і застосовувати сучасні інструменти для досягнення високої якості.

### **Список використаних джерел:**

1. Lens S. Procedural 3D Modeling Using Geometry Nodes in Blender: Discover the professional usage of geometry nodes and develop a creative approach to a node-based workflow. Packt Publishing Ltd, 2023.
2. Tiahunova M., Tronkina O., Kirichek G., Skrupsky S. The Neural Network for Emotions Recognition under Special Conditions. In CMIS-2021: The Fourth International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems, Vol-2864, Zaporizhzhia, Ukraine, April 27, 2021, pp. 121–134.
3. Green Ch. Optimizing game models: a comparison of geometry nodes and traditional modelling techniques in Blender. 2023.
4. Akenine-Moller T., Haines E., Hoffman N. Real-time rendering. AK Peters/crc Press, 2019.
5. Киричек Г.Г., Киричек О.О. Модель оцінки плагіату програмного коду на основі системи контролю версій. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2012. № 2/2. Вып. 56, С. 25–28.

6. Kent B.R. 3D scientific visualization with Blender®. Morgan & Claypool Publishers, 2015.
7. Kogut W. The analysis of Blender open-source software cloth simulation capabilities. *Journal of Computer Sciences Institute*, 2023, 26: 83-87.
8. Киричек, Г. Г. Керування інформаційними потоками на всіх рівнях ієрархії отримання знань. *Радіoeлектроніка, інформатика, управління*. 2010. № 1. С. 70–78.
9. Hudon M., Grogan M., Pagés R., Ondřej J., Smolić A. 2DToonShade: A stroke based toon shading system. *Computers & Graphics: X 1* (2019): 100003.
10. Pêcheux M. Become a Unity Shaders Guru: Create advanced game visuals using code and graphs in Unity 2022. Packt Publishing Ltd, 2023.
11. Kirichek G., Kurai V. Implementation quadtree method for comparison of images. In 14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, TCSET 2018-Proceedings, Lviv-Slavske, Ukraine, February 20-24, 2018, pp. 129–132.
12. Chu W., Liu Q. The Method to Add Sky Background in 3D Virtual Engine. In: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, 2020. p. 012010.
13. Ihrke I., Granier X., Guennebaud G., Jacques L., Goldluecke B. An introduction to optimization techniques in computer graphics. In: *Eurographics 2014-Tutorials*. 2014.
14. Bargteil A. W., Olano M. Optimization in Computer Graphics and Interactive Techniques. In: *ACM SIGGRAPH 2024 Courses*. 2024. p. 1–2.