

**XIX ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА WEB-КОНФЕРЕНЦІЯ
АСПІРАНТІВ, СТУДЕНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ**

МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ

CONFERENCE PROCEEDINGS

КОМП'ЮТЕРНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

*COMPUTER INTELLIGENT SYSTEMS
AND NETWORKS*

КІСМ-2026

CISN-2026

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ

ХІХ ВСЕУКРАЇНСЬКА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
WEB КОНФЕРЕНЦІЯ АСПІРАНТІВ,
СТУДЕНТІВ ТА МОЛОДИХ ВЧЕНИХ

**КОМП'ЮТЕРНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ
СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ**

Матеріали конференції
25-27 березня 2026 р.

Видавничий центр
Криворізький національний університет
Кривий Ріг 2026

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
KRYVYI RIH NATIONAL UNIVERSITY
DEPARTMENT OF COMPUTER SYSTEMS AND NETWORKS

XIX ALL-UKRAINIAN SCIENTIFIC AND PRACTICAL WEB CONFERENCE OF POSTGRADUATES,
STUDENTS, AND YOUNG SCIENTISTS

COMPUTER INTELLIGENT SYSTEMS AND NETWORKS

Conference materials
25-27 March 2026

Publishing Center
Kryvyi Rih National University
Kryvyi Rih 2026

УДК 681.3.06
К60

Відповідальний за випуск д-р техн. наук,
професор Купін А. І.

Друкується згідно з рекомендацією Вченої Ради ФІТ Криворізького національного університету (протокол №12 від 30.03.2026 р.).

Змістова частина друкованого матеріалу збірки викладена згідно з електронними носіями, поданими авторами.

К60 Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі. Матеріали XIX Всеукраїнської науково практичної WEB конференції аспірантів, студентів та молодих вчених (25-27 березня 2026 р.). – Кривий Ріг: Криворізький національний університет, 2026. – 370 с.

Містить матеріали науково-практичної WEB конференції аспірантів, студентів та молодих вчених з питань розробки, проектування, діагностики та моделювання комп'ютерних систем та мереж, розробки програмного та апаратного забезпечення; розглядаються проблеми створення та використання систем паралельних і розподілених обчислень, штучного інтелекту, а також питання захисту інформації.

УДК 681.3.06
Криворізький національний університет, 2026

UDC 681.3.06
K60

Responsible for the release:
Dr. Eng., Professor Kupin A. I.

Printed according to the recommendation of the Academic Council of the Faculty of Information Technology of Kryvyi Rih National University (protocol No. 12 dated March 30, 2026).

The substantive part of the printed material of the collection is presented according to the electronic media submitted by the authors.

K60 Computer Intelligent Systems and Networks. Materials of the XIX All-Ukrainian Scientific-Practical WEB Conference of Postgraduates, Students, and Young Scientists (March 25-27, 2026). - Kryvyi Rih: Kryvyi Rih National University, 2026. - 370 p.

Contains materials of the scientific-practical WEB conference of postgraduates, students, and young scientists on the issues of development, design, diagnosis, and modeling of computer systems and networks, development of software and hardware; problems of creation and use of parallel and distributed computing systems, artificial intelligence, as well as information security issues.

UDC 681.3.06
Kryvyi Rih National University, 2026

3. Hong, Z., Guo, S., Zhou, E., Zhang, J., Chen, W., Liang, J., Zhang, J., Zomaya, A. Prophet: Conflict-Free Sharding Blockchain via Byzantine-Tolerant Deterministic Ordering. arXiv:2304.08595 (2023). DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.08595>.
4. Gao, Y., Li, X., Peng, Z., Zhang, Y., Yu, G. NeuChain+: A Sharding Permissioned Blockchain System with Ordering-Free Consensus. Applied Sciences, 14(11):4897 (2024). DOI: <https://doi.org/10.3390/app14114897>.
5. Chen, H., Zheng, J., Luo, X., Liu, Z., Shen, Q., Huang, H. BMDS-Shard: a parallel and atomicity-guaranteed cross-shard blockchain protocol. Blockchain, 2025(2):0010 (2025). DOI: <https://doi.org/10.55092/blockchain20250010>.
6. Han, P., Sun, L., Ngo, Q.-V., Li, Y., Qi, G., An, Y., Zhu, Z. Cross-shard transaction optimization based on community detection in sharding blockchain systems. Applied Soft Computing, 167 (2024): 112451. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2024.112451>.

Romanyuk O. N.,
doctor of technical sciences, professor, Vinnytsia National Technical University
 Zavalniuk Y. K.,
postgraduate student, Vinnytsia National Technical University
 Bobko O. L.
postgraduate student, Vinnytsia National Technical University

ANALYSIS OF THE COMPUTATIONAL COMPLEXITY OF THE MAIN RENDERING STAGES

The main aspects of determining the computational complexity of various rendering stages and the computational complexity of rendering in general are analyzed. Priority stages of the graphics pipeline are determined to increase the productivity of their implementation.

Rendering [1] in computer graphics is the process of visualizing a 3D scene. A description of a three-dimensional scene is converted into a two-dimensional image that is displayed on the screen. Rendering within modern graphics systems is implemented based on a sequence of stages that form a graphics pipeline [2].

First, the vertices of the geometric model are processed using the appropriate shaders. The vertex coordinates are converted from the local to the world coordinate system, and then to the camera coordinate system. In addition, normal vectors, texture coordinates, and lighting model values are determined for the vertices. The computational complexity at this stage is defined as

$$O(N_v) \tag{1}$$

where N_v – number of vertices of the geometric model.

The next stage is the assembly of geometric primitives. The vertices that were processed in the previous stage are combined into primitives, which are most often

triangles. Since the number of triangles N_p is proportional to the number of vertices N_v , the computational complexity increases linearly in a similar way

$$O(N_p). \quad (2)$$

The clipping stage is designed to discard those parts of primitives that do not fall into the camera's field of view. It is determined whether the primitive is located inside the field of view, partially intersects the field of view (it is necessary to update the vertex coordinates), or is completely outside the field of view (primitive is discarded). At this stage, new polygon vertices can be formed. In general, the computational complexity is still proportional to N_p

$$O(N_p). \quad (3)$$

The rasterization stage is designed to form fragments within the projected primitives that correspond to the pixels of the future image. The complexity of calculations at this stage linearly depends on the number of fragments N_f and is

$$O(N_f). \quad (4)$$

The number of fragments approximately corresponds to the formula

$$N_f \approx R \cdot A, \quad (5)$$

where R – number of scene pixels, A – polygon coverage ratio of the scene.

Since modern monitors have high resolutions, the rasterization stage is one of the most time-consuming.

After that, the formed fragments are processed using fragment shaders. A fragment shader is a program that calculates the final color intensity for each fragment, taking into account the lighting characteristics, reflective properties of the material, and texture. The stage is the most computationally complex among all stages of the graphics pipeline. The computational complexity at this stage is

$$O(N_f \cdot C_s), \quad (6)$$

where C_s is the complexity of the shader program, determined by the number of operations for each fragment. This value is especially large if complex light reflection models [3] are used and texel sampling is performed.

Finally, depth tests are performed to discard fragments that overlap with others, and color mixing is performed to implement the transparency effect. Computational complexity is linearly proportional to the number of fragments and is determined by

$$O(N_f). \quad (7)$$

Total computational complexity of the rendering process can be expressed as

$$O(N_v + N_f \cdot C_s) \quad (8)$$

Since the number of fragments usually significantly exceeds number of vertices, optimization of fragment shaders and reduction of the number of fragments to process are especially important in the development of computer graphics systems.

CONCLUSIONS

Performance of the rendering process is determined primarily by the number of fragments and the complexity of the shader programs. Therefore, the most relevant is the optimization of the rasterization stage and the use of fragment shaders to ensure high-performance formation of three-dimensional images.

REFERENCES

1. Романюк О. Н., Романюк О. В., Чехмestрук Р. Ю. Комп'ютерна графіка. Вінниця : ВНТУ, 2023. 147 с.
2. Analysis of graphics pipelines / O. Romanyuk et al. *Innovation in modern science* ' 2024 . Karlsruhe, 2024. Pp. 71—80.
3. Нова мікрофасетна модель відбиття світла на основі GGX-розподілу / Є. К. Завальнюк та ін. *Наукові праці ДонНТУ. Серія "Інформатика, кібернетика та обчислювальна техніка"*. 2025. Т. 40, № 1. С. 70—79.

Юрченко А. О.,
Національний університет «Львівська політехніка»
Горячий О. Я.,
док. філос., ст. викладач кафедри безпеки інформаційних технологій
Національний університет «Львівська політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ КРИПТОАНАЛІЗУ ГЕНЕРАТОРА ГОЛЬДРАЙХА З ЛІНІЙНИМИ ТА НЕЛІНІЙНИМИ ПРЕДИКАТАМИ

Досліджено стійкість генератора Гольдрайха з різними позиціями лінійних та нелінійних елементів до атак типу "вгадай та визнач" і повного перебору. Проведено експерименти з параметрами $n=8-12$ та $s = 1,2$ для 1000 тестів. Встановлено, що при $n \geq 10$ перша атака в 1,5-16 разів швидша за другу при успішності лише 10-60%.

Генератори псевдовипадкових послідовностей (ГПВП) є фундаментальними компонентами криптографічних систем. Особливий інтерес становлять локальні генератори класу NC^0 , де кожен вихідний біт залежить лише від константної кількості вхідних бітів. Генератор Гольдрайха з предикатом $P_5 = x_1 \oplus x_2 \oplus$

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ №1 «DIAGNOSTICS. ДІАГНОСТИКА КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ»

Омелькін В.О., Босий В.О., Ступень П.В., Біленко А.О.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ СТАНУ РЕСУРСІВ
КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ.....4

Сіомак М. Я., Кумченко Ю. О.

АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЧАСТОТИ ТА ТАЙМІНГІВ ПАМ'ЯТІ DDR5 НА ПРОДУКТИВНІСТЬ
КОМП'ЮТЕРІВ.....6

Волошин А.О., Віжевський П.В.

КІБЕРФІЗИЧНА СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ PON МЕРЕЖ НА БАЗІ ОПТИЧНИХ
РЕФЛЕКТОРІВ.....8

СЕКЦІЯ №2 «PARALLEL COMPUTING. ВИСОКОПРОДУКТИВНІ КОМП'ЮТЕРНІ СИСТЕМИ, ПАРАЛЕЛЬНІ ТА РОЗПОДІЛЕНІ ОБЧИСЛЕННЯ»

Zora I., Rakytyanska H.

OPTIMIZATION OF THE SOFTWARE DEVELOPMENT PROCESS FOR A PUBLIC
TRANSPORT ORGANIZATION CALCULATION APPLICATION USING PARALLEL
COMPUTING11

Романюк О.Н., Бобко О.Л.

ОРГАНІЗАЦІЇ РОЗПОДІЛЕНОГО РЕНДЕРИНГУ ТРИВИМІРНИХ СЦЕН У КЛАСТЕРНИХ
ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СЕРЕДОВИЩАХ13

Гасанов О.Е., Купін А.І.

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА НА ОСНОВІ АРХІТЕКТУРИ МУЛЬТИЯДЕРНИХ ПРОЦЕСОРІВ
INTEL15

Зимогляд Д.В., Купін А.І.

КОМП'ЮТЕРНА СИСТЕМА НА ОСНОВІ ВИСОКОПРОДУКТИВНОЇ КЛАСТЕРНОЇ
СИСТЕМИ НА БАЗІ ПРОЦЕСОРІВ POWERPC16

D. Dvorchuk, I. Shpinareva

CROSS-SHARD ATOMICITY IN BLOCKCHAIN SHARDING: LIGHTWEIGHT PROTOCOLS
FOR HIGH THROUGHPUT18

Romanyuk O. N., Zavalniuk Y. K., Bobko O. L.

ANALYSIS OF THE COMPUTATIONAL COMPLEXITY OF THE MAIN RENDERING STAGES
.....20

Юрченко А. О., Горячий О. Я.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ КРИПТОАНАЛІЗУ ГЕНЕРАТОРА ГОЛЬДРАЙХА З ЛІНІЙНИМИ
ТА НЕЛІНІЙНИМИ ПРЕДИКАТАМИ.....22

Н. В. Величко, С.М. Лисенко

МЕТОД ПЛАНУВАННЯ ТА РОЗПОДІЛУ ЗАДАЧ У ГЕТЕРОГЕННИХ ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ
СИСТЕМАХ.....24

Наукове видання

КОМП'ЮТЕРНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ ТА МЕРЕЖІ

Матеріали конференції
25-27 березня 2026 р.

Матеріали

XIX Всеукраїнської науково-практичної WEB конференції аспірантів,
студентів та молодих вчених «KICM-2026»

Вчений секретар
Комп'ютерна верстка

Косей М.П.
Романенко О. О

Здано в набір 30.03.26. Підписано до друку 31.03.26
Формат 60×84 1/16. Папір офсетний. 9 ум. друк. аркушів. Тираж 100 прим.

Оригінал-макет виготовлено на кафедрі
комп'ютерних систем та мереж
Криворізький національний університет

Адреса видавництва:
50027, Кривий Ріг, вул. Віталія Матусевича, 11
Криворізький національний університет