

НОВИЙ КУРС • WWW.NEWROUTE.ORG.UA
НАНМ УКРАЇНИ • WWW.NEWROUTE.ORG.UA/NANMU
ISCU «PROTON GLOBAL» • WWW.NEWROUTE.ORG.UA/PROTON

ISSN 2710-1177 (online)

DOI: 10.61718/crp



TM

КРЕАТИВНИЙ ПРОСТІР

Науковий журнал

Електронне видання

НОВИЙ КУРС • WWW.NEWROUTE.ORG.UA
НАНМ УКРАЇНИ • WWW.NEWROUTE.ORG.UA/NANMU
ISCU «PROTON GLOBAL» • WWW.NEWROUTE.ORG.UA/PROTON



ISSN 2710-1177 (online)
DOI: 10.61718/crp

КРЕАТИВНИЙ ПРОСТІРTM

Науковий журнал

Електронне видання

2026 • № 37

- Освіта • Фізична культура • Спорт •
- Культура • Мистецтво • Журналістика •
- Гуманітарні та соціальні науки • Бізнес • Адміністрування •
- Право • Готельно-ресторанна справа • Туризм • Рекреація •
- Транспорт • Безпека • Інженерія • Математика • Виробництво •
- Будівництво • Природничі науки • Сільське господарство •
- Охорона здоров'я • Соціальне забезпечення •

КРЕАТИВНИЙ ПРОСТІР™

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

- Засновано 2020 року
- Засновник та видавець – Соціально-гуманітарна науково-творча майстерня «Новий курс» (рік заснування – 1989) є науковою установою
- Міжнародний стандартний номер періодичного видання ISSN 2710-1177 (online)
- Періодичність – 12 разів на рік
- УДК 001
- Видавцем викривується знак для товарів та послуг (торгова марка) «Креативний простір»™ (Свідчення № 342949 видане Державною організацією «Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій»)
- Свідчення про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 8013 від 22.11.2023
- Видавець зареєстрований у глобальному реєстрі видавців Global Register of Publishers та Crossref із префіксом 10.61718
- Видання отримує власний DOI: 10.61718/crp
- Застосовується політика відкритого доступу Open Access
- Контент розміщується в базі даних інформаційного ресурсу «Наукова періодика України», в пошуковій системі наукових публікацій «Google Scholar», в репозитарії на сайті засновника
- Індексується за показниками h-індекс (Google Scholar), i10-індекс (Google Scholar)
- Включено до каталогу наукових ресурсів відкритого доступу ROAD, академічної бази даних ResearchBid, бази наукових публікацій Google Scholar, каталогу наукової періодики України з питань освіти, педагогічної, психологічної та соціальних наук Державної науково-педагогічної бібліотеки України імені В. О. Сухомлинського Національної академії педагогічних наук України, реєстру наукових видань України державної наукової установи України «Український інститут науково-технічної експертизи та інформації»
- Автори несуть відповідальність за зміст (авторство та самостійність досліджень), точність та достовірність викладеного матеріалу
- Редакція може не поділяти точку зору авторів
- Наукові публікації оприлюднюються в рамках проведення регулярної Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні тенденції соціально-гуманітарного розвитку суспільства» (Україна, м. Харків – Велика Британія, м. Пул)
- За результатами проведення конференції та оприлюднення рукописів, автори та наукові керівники отримують електронні сертифікати, які оприлюднюються на сайті видавця (згідно Порядку підвищення кваліфікації педагогічних і науково-педагогічних працівників, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2019 р. № 800)
- Оприлюднюється на основі ліцензії Creative Commons Attribution License (CC BY)

Редакційна колегія:

Кучин Сергій Павлович, головний редактор, доктор економічних наук, професор, академік Національної академії наук вищої освіти України
Акіншина Ірина Миколаївна, кандидат філологічних наук, доцент
Березовська-Чміль Олена Борисівна, кандидат політичних наук, доцент
Внукова Ольга Миколаївна, кандидат педагогічних наук, доцент
Гетьман Ірина Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент
Гришко Світлана Вікторівна, кандидат географічних наук, доцент
Доброєр Наталія Вікторівна, кандидат культурології, доцент
Дубовик Наталія Анатоліївна, кандидат політичних наук, доцент
Єрошенко Олена Віталіївна, кандидат мистецтвознавства, доцент
Калініна Ольга Сергіївна, кандидат культурології
Карпинський Борис Андрійович, доктор економічних наук, професор
Кислюк Любов Вікторівна, кандидат наук із соціальних комунікацій, доцент
Кожедуб Олена Василівна, кандидат соціологічних наук, доцент
Коробчук Людмила Іванівна, кандидат педагогічних наук, доцент
Кучин Павло Захарович, заслужений артист України
Кучина Тетяна Ігорівна, відповідальний секретар, магістр з маркетингу
Мкртічян Оксана Альбертівна, доктор педагогічних наук, професор
Пашкова Надія Ігорівна, кандидат філологічних наук, доцент
Підлісна Ольга Вікторівна, кандидат мистецтвознавства, доцент
П'ятакова Галина Павлівна, доктор педагогічних наук, професор
Рассомахіна Ольга Андріївна, кандидат юридичних наук, доцент
Сафонова Наталія Анатоліївна, кандидат філологічних наук, доцент
Стефанишин Олена Василівна, кандидат історичних наук, доцент
Сторож Олена Василівна, кандидат психологічних наук, доцент
Тарасюк Лариса Сергіївна, доктор філософських наук, професор
Федоренко Микола Олександрович, кандидат філософських наук, доцент
Харченко Артем Вікторович, кандидат історичних наук, доцент
Хожило Ірина Іванівна, доктор наук з державного управління, кандидат медичних наук
Христова Тетяна Євгенівна, доктор біологічних наук, професор
Ціватий Вячеслав Григорович, кандидат історичних наук, доцент, заслужений працівник освіти України
Шевчук Інна Володимирівна, доктор наук з державного управління, професор
Шептуха Олена Михайлівна, кандидат економічних наук, доцент
Штулер Ірина Юріївна, доктор економічних наук, професор

K79

Креативний простір: електрон. наук. журн. – № 37. – Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2026. – 67 с.

© СГ НТМ «Новий курс», 2026

© Автори, 2026

Інформаційні технології, комп'ютерні науки

УДК 004.93

Романюк Олександр Никифорович
Доктор технічних наук, професор
Вінницький національний технічний університет
Бобко Олексій Леонідович
Аспірант
Вінницький національний технічний університет
Снігур Анатолій Васильович
Кандидат технічних наук, доцент
Вінницький національний технічний університет
Теренчук Анатолій Тимофійович
Кандидат технічних наук, доцент
Вінницький національний технічний університет

ФОРМУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ КЛАСТЕРІВ НА ОСНОВІ ГРАФІЧНИХ ПРОЦЕСОРІВ

Формування комп'ютерних кластерів на основі графічних процесорів (GPU) є одним із напрямів розвитку високопродуктивних обчислювальних систем [1-9]. Поява сучасних графічних процесорів, здатних виконувати тисячі паралельних потоків обчислень, призвела до значного зростання інтересу до використання GPU [5] не лише для обробки графіки, але й для виконання загальних обчислювальних задач. На відміну від традиційних центральних процесорів, архітектура GPU орієнтована на масово-паралельну обробку даних, що робить їх ефективними для задач моделювання, аналізу великих даних [5], машинного навчання, комп'ютерної графіки та наукових обчислень. Саме тому створення кластерів на основі GPU дозволяє суттєво підвищити продуктивність обчислювальних систем при обробці великих масивів інформації.

Комп'ютерний кластер у загальному випадку представляє собою сукупність взаємопов'язаних обчислювальних вузлів, які працюють як єдина система для виконання складних обчислювальних задач. У традиційних кластерних системах основну роль виконували центральні процесори, однак із розвитком технологій паралельних обчислень почали активно застосовуватися гібридні архітектури, в яких поєднуються можливості CPU і GPU. Такий підхід дозволяє використовувати центральний процесор для керування обчислювальним процесом і виконання послідовних операцій, тоді як графічні процесори виконують інтенсивні паралельні обчислення [2].

Особливістю GPU є наявність великої кількості обчислювальних ядер, що дозволяє виконувати обробку даних одночасно в тисячах потоків. Саме ця властивість визначає їх ефективність у задачах, де необхідно виконувати однакові операції над великими масивами даних. Архітектура сучасних графічних процесорів передбачає наявність поточкових мультипроцесорів, які забезпечують виконання великої кількості потоків і організацію спільної пам'яті для швидкого обміну даними між ними. Дослідження організації потоків, механізмів синхронізації та використання пам'яті в GPU є важливими для ефективного використання їх обчислювальних ресурсів.

Одним із напрямів підвищення ефективності використання GPU є їх об'єднання у кластерні системи. GPU-кластер являє собою систему, що складається з декількох обчислювальних вузлів, кожен із яких містить один або декілька графічних процесорів. Такі вузли об'єднуються високошвидкісними мережевими інтерфейсами, що забезпечують швидкий обмін даними між ними. Основними компонентами GPU-кластера є обчислювальні вузли, система зберігання даних, високошвидкісна мережа та програмне забезпечення для керування ресурсами та планування задач.

Важливу роль у побудові GPU-кластерів відіграє програмне забезпечення для організації паралельних обчислень. Найбільш поширеними технологіями програмування GPU є CUDA та OpenCL, які дозволяють розробляти програми для виконання на графічних процесорах. При цьому програміст повинен враховувати особливості архітектури GPU, зокрема структуру потоків, організацію пам'яті та механізми синхронізації. Ефективне використання цих можливостей дозволяє значно підвищити продуктивність обчислень.

Дослідження в галузі комп'ютерної графіки та паралельних обчислень показують, що використання GPU дозволяє значно прискорити процеси формування зображень, моделювання фізичних процесів та обробки даних. Зокрема, у працях [6-9] розглядаються особливості архітектурної побудови систем комп'ютерної графіки та питання паралелізації обчислювальних процесів при формуванні тривимірних сцен [1].

Побудова GPU-кластерів передбачає вирішення низки архітектурних та організаційних задач. По-перше, необхідно забезпечити ефективний розподіл задач між вузлами кластера. Для цього використовуються системи керування ресурсами та планувальники задач, які дозволяють автоматично розподіляти обчислювальні завдання між доступними вузлами. По-друге, важливим є питання організації обміну даними між вузлами кластера. Оскільки GPU здатні виконувати обчислення значно швидше за традиційні процесори, обмеженням продуктивності може стати швидкість передачі даних між вузлами.

З метою вирішення цієї проблеми використовуються високошвидкісні мережеві технології, такі як InfiniBand або високошвидкісний Ethernet. Вони забезпечують мінімальні затримки та високу пропускну здатність, що дозволяє ефективно використовувати обчислювальні ресурси GPU-кластера. Крім того, розробляються методи оптимізації обміну даними, які дозволяють зменшити обсяг переданої інформації та підвищити ефективність роботи системи.

Важливим аспектом формування GPU-кластерів є також організація зберігання даних. Для роботи з великими масивами інформації використовуються розподілені файлові системи, які забезпечують доступ до даних з будь-якого вузла кластера. Це дозволяє ефективно обробляти великі обсяги інформації та забезпечувати високу масштабованість системи.

Перспективи розвитку GPU-кластерів пов'язані з подальшим удосконаленням архітектури графічних процесорів, а також із розвитком технологій паралельного програмування. Сучасні суперкомп'ютери активно використовують GPU як основний обчислювальний ресурс. Завдяки високій щільності обчислювальних ядер та енергоефективності GPU дозволяють створювати системи, здатні виконувати надскладні обчислення за відносно короткий час. Такі системи використовуються у наукових дослідженнях, моделюванні клімату, розробці нових матеріалів, біоінформатиці та багатьох інших галузях.

Особливу роль GPU-кластери відіграють у задачах штучного інтелекту та машинного навчання. Навчання сучасних нейронних мереж потребує виконання великої кількості матричних операцій, які добре підходять для реалізації на графічних процесорах. Використання кластерів, що містять сотні або навіть тисячі GPU, дозволяє значно скоротити час навчання складних моделей і забезпечити обробку великих обсягів даних [5].

Дослідження показують, що ефективність GPU-кластерів значною мірою залежить від правильного розподілу обчислювальних задач і оптимізації програмного забезпечення. При розробці паралельних алгоритмів необхідно враховувати особливості архітектури GPU та мінімізувати обмін даними між вузлами. У цьому контексті важливими є дослідження, спрямовані на оптимізацію алгоритмів формування графічних сцен та інших обчислювальних задач, які виконуються на GPU [3].

Однією з основних перспектив розвитку GPU-кластерів є подальше вдосконалення архітектури графічних процесорів. Сучасні GPU постійно еволюціонують, збільшується кількість потокових процесорів, покращується структура пам'яті та механізми обміну даними між обчислювальними ядрами. Нові покоління графічних процесорів характеризуються більшою продуктивністю та підтримкою спеціалізованих обчислювальних блоків для виконання певних типів операцій. Це дозволяє суттєво підвищити ефективність виконання складних алгоритмів, особливо тих, що пов'язані з обробкою великих масивів даних [5] та виконанням матричних обчислень.

Важливим напрямом розвитку є також удосконалення технологій міжпроцесорної взаємодії в межах кластерних систем. Одним із обмежувальних факторів у роботі GPU-кластерів є швидкість передачі даних між обчислювальними вузлами. Тому перспективним напрямом є використання високошвидкісних мережевих технологій та спеціалізованих інтерфейсів обміну даними, які дозволяють зменшити затримки та підвищити пропускну здатність каналів зв'язку.

Подальший розвиток GPU-кластерів пов'язаний також із удосконаленням програмного забезпечення для організації паралельних обчислень. Сучасні програмні платформи та бібліотеки дозволяють значно спростити процес розробки програм, орієнтованих на виконання на графічних процесорах. Водночас активно розробляються нові методи автоматичного розподілу обчислювальних задач між GPU, оптимізації використання пам'яті та балансування навантаження між вузлами кластера.

Значні перспективи використання GPU-кластерів пов'язані з розвитком систем штучного інтелекту та машинного навчання. Навчання сучасних нейронних мереж потребує виконання великої кількості операцій над матрицями та тензорами, що добре підходить для реалізації на графічних процесорах. Саме тому великі дослідницькі центри та технологічні компанії активно використовують кластери з сотнями або навіть тисячами GPU для навчання складних моделей штучного інтелекту. У майбутньому очікується подальше зростання ролі GPU-кластерів у цій галузі, що сприятиме розвитку нових алгоритмів машинного навчання та аналізу даних.

Перспективним напрямом є також застосування GPU-кластерів у сфері комп'ютерної графіки та тривимірного моделювання. Завдяки високій продуктивності графічних процесорів з'являється можливість виконувати складні обчислення, пов'язані з формуванням тривимірних сцен, глобальним освітленням, трасуванням променів та фізично коректним моделюванням поведінки світла. Використання кластерних систем дозволяє значно скоротити час рендерингу складних сцен, що є важливим для кіноіндустрії, комп'ютерних ігор, архітектурного проектування та візуалізації наукових даних.

Ще одним перспективним напрямом є інтеграція GPU-кластерів із хмарними обчислювальними платформами. Хмарні технології дозволяють надавати доступ до потужних обчислювальних ресурсів через мережу Інтернет, що робить їх доступними для широкого кола користувачів. У результаті навіть невеликі наукові групи або компанії можуть використовувати потужні GPU-кластери без необхідності створення власної обчислювальної інфраструктури. Це сприяє поширенню високопродуктивних обчислень. Важливу роль у розвитку GPU-кластерів відіграє також питання енергоефективності. Зі збільшенням потужності обчислювальних систем зростає і їх енергоспоживання, що може стати серйозною проблемою для великих центрів обробки даних. Тому одним із напрямів досліджень є створення більш енергоефективних архітектур GPU та розробка методів оптимізації використання енергетичних ресурсів у кластерних системах. Використання енергоефективних алгоритмів та технологій керування енергоспоживанням дозволяє зменшити витрати на експлуатацію обчислювальних центрів і підвищити екологічність таких систем.

Крім того, перспективним є розвиток гібридних обчислювальних систем, у яких поєднуються різні типи обчислювальних пристроїв, зокрема центральні процесори, графічні процесори та спеціалізовані прискорювачі. Такий підхід дозволяє використовувати сильні сторони кожного типу процесорів і досягати максимальної ефективності при виконанні різних типів задач.

Отже, розвиток комп'ютерних кластерів на основі GPU є одним із найбільш перспективних напрямів сучасних інформаційних технологій. Постійне вдосконалення архітектури графічних процесорів, розвиток мережних технологій, програмного забезпечення для паралельних обчислень та хмарних платформ створює умови для подальшого підвищення продуктивності обчислювальних систем. У майбутньому GPU-кластери відіграватимуть важливу роль у розв'язанні складних наукових та інженерних задач, забезпечуючи швидку обробку великих обсягів інформації та підтримуючи розвиток новітніх технологій.

1. Романюк О. Н., Чехмиструк Р. Ю. Комп'ютерна графіка: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2023. 147 с.
2. Romanyuk O. N., Bobko O. L., Romanyuk O. V. Features of parallelizing the computing process of forming three-dimensional graphic scenes. *European Science*. 2024. № 2. С. 45-52.
3. Romanyuk O. N., Shenshin O. O., Bobko O. L., Titova N. V. GPU Stream Processing. *European Science*. 2024. № 3. С. 37-44.
4. Kirk D. B., Hwu W. W. *Programming Massively Parallel Processors: A Hands-on Approach*. 3rd ed. Burlington : Morgan Kaufmann, 2017. 544 p.
5. Романюк О. Н., Павлов С. В., Бобко О. Л., Завальнюк Є. К., Решетнік О. О. Аналіз великих даних у комп'ютерній графіці. *Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології*. 2024. № 1(47). С. 50–57.
6. Romanyuk O. N., Zavalniuk Y. K., Bobko O. L., Novoseltsev O. O., Stakhov O. Y. Basic features of computer graphics system design. *Теоретико-методологічні засади сучасних наукових досліджень: монографія*. Харків, 2026. С. 255-269.
7. Романюк О. Н., Костенко А. В., Мельник А. В., Бобко О. Л. Багатоядерна та багатопотокова архітектури в комп'ютерних іграх. *Матеріали конференції «Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2025»*. Одеса, 2025. С. 375-377.
8. Романюк О.Н., Завальнюк Є.К., Бобко О.Л. Напрямки підвищення продуктивності та реалістичності формування тривимірних графічних зображень. *Інформаційні технології в освіті та науці: Збірник наукових праць IV міжнародної науково-практичної конференції*. Випуск 14. Запоріжжя: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2025. 528-532.
9. Романюк О.Н., Завальнюк Є.К., Бобко О.Л. Напрямки підвищення продуктивності та реалістичності формування тривимірних графічних зображень. *Інформаційні технології в освіті та науці: Збірник наукових праць IV міжнародної науково-практичної конференції*. Випуск 14. Запоріжжя: Видавництво МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2025. 528-532.

НОВИЙ КУРС • WWW.NEWROUTE.ORG.UA
НАНМ УКРАЇНИ • WWW.NEWROUTE.ORG.UA/NANMU
ISCU «PROTON GLOBAL» • WWW.NEWROUTE.ORG.UA/PROTON

Наукове видання

КРЕАТИВНИЙ ПРОСТІР™

Науковий журнал

№ 37

ISSN 2710-1177 (online)

DOI: 10.61718/crp

В межах III Міжнародної науково-практичної конференції (2026)
«Креативна трансформація та модернізація сучасного суспільства»
Україна, м. Харків – Велика Британія, м. Пул
9-11 березня 2026 року

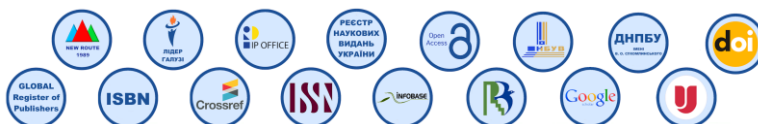
Видання змішаними мовами
Відповідальний секретар – Кучина Т. І.
Формат 60х90 1/8, А4, Гарнітура «Times New Roman»
Авторські аркуші – 5,9

Creative Commons Attribution License CC BY

**ОБИРАЙТЕ ПЕРШИХ!
ДОВІРЯЙТЕ СПРАВЖНІМ!
ЦІНУЙТЕ УНІКАЛЬНІСТЬ!**

Видавець СГ НТМ «Новий курс»
Наукова установа
Пр. Перемоги, 77, оф. 179, м. Харків, 61174, Україна
Тел.: +380500301905, +380962250903
Telegram, Viber: +380970440309
www.newroute.org.ua, info@newroute.org.ua

Свідчення про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 8013 від 22.11.2023
Зареєстровано у Global Register of Publishers
Зареєстровано у Crossref із власним префіксом 10.61718



Присднуйтеся

Підписка <http://surl.li/vvfqkp>
Фейсбук-сторінка www.facebook.com/newroute1989
Телеграм <https://t.me/newroute1989>
Інстаграм www.instagram.com/newroute1989
Вайбер <http://surl.li/nbtqz>
Фейсбук-група www.facebook.com/groups/secnr

Будемо раді подальшій співпраці!

