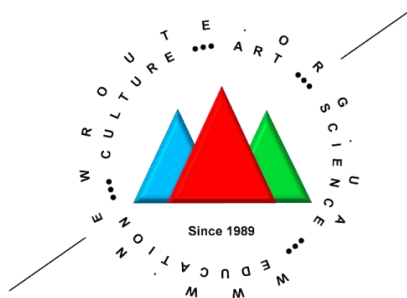
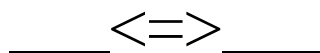


К О Л Е К Т И В Н А М О Н О Г Р А Ф І Я • 2 0 2 4
Н О В И Й К У Р С • w w w . n e w r o u t e . o r g . u a



ГЛОБАЛЬНІ ТРАНСФОРМАЦІЇ РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА



Коллективна монографія



Харків
СГ НТМ «Новий курс»
2024

УДК 001:1
Г52

Глобальні трансформації розвитку суспільства: кол. моногр. – Харків: СГ НТМ «Новий курс», 2024. – 156 с.

ISBN 978-617-7886-66-1

DOI: 10.61718/mon

<http://www.newroute.org.ua>

Рецензенти

*Штулер Ірина Юрївна, доктор економічних наук, професор,
перший проректор ВНЗ «Національна академія управління»*

*Погоріла Світлана Григорівна, кандидат педагогічних наук,
доцент кафедри славістичної філології, педагогіки і методики викладання
Білоцерківського національного аграрного університету*

*Гетьман Ірина Анатоліївна, кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри комп'ютерних інформаційних технологій
Донбаської державної машинобудівної академії*

*Харченко Артем Вікторович, кандидат історичних наук, доцент,
доцент кафедри мистецької освіти та гуманітарних дисциплін
Харківського національного університету мистецтв імені І. П. Котляревського*

Рекомендовано до друку редакційною колегією
Соціально-гуманітарної науково-творчої майстерні «Новий курс»
(протокол № 22-мн від 27.11.2024)



Видавець СГ НТМ «Новий курс» – діяльність у науковій, видавничій,
освітній, творчій, інформаційній сфері з 1989 року.
Свідоцтво 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.
Ідентифікатор видавця 7886. <http://www.newroute.org.ua>



Колективна монографія присвячена актуальним питанням розвитку сучасного суспільства. Досліджуються проблеми в таких сферах як: освіта, фізична культура, спорт, культура і мистецтво, дизайн, релігієзнавство, історія, філософія, культурологія, журналістика, філологія, богослов'я, економіка, політологія, психологія, соціологія, міжнародні відносини, суспільні комунікації, соціальна робота, соціальне забезпечення, оподаткування, фінанси, банківська справа, страхування, менеджмент, маркетинг, підприємництво, торгівля, біржова діяльність, легка промисловість, видавництво, поліграфія, готельно-ресторанна справа, екологія, туризм тощо. Монографія буде корисною науковцям, викладачам, здобувачам освіти, а також широкому колу осіб, які цікавляться питаннями розвитку сучасної науки та практики.

ISBN 978-617-7886-66-1

DOI: 10/61718/mon

<http://www.newroute.org.ua>

Опубліковано на основі ліцензії Creative Commons Attribution License.



© СГ НТМ «Новий курс», 2024

© Автори, 2024

Зміст

	Стор.
Передмова	4
Розділ перший.	
Освіта, фізична культура, спорт, дизайн, комп'ютерна графіка.	5
1.1. Деякі питання проектування пенітенціарних об'єктів на території України на основі європейських тенденцій.	5
1.2. Педагогічна майстерність вчителя музичного мистецтва у контексті вимог Нової української школи.	9
1.3. Особливості психолого-педагогічної підготовки майбутніх фахівців активно-оздоровчого туризму.	11
1.4. Очна форма навчання як перший крок для вирішення проблем із психологічним станом здобувачів вищої освіти.	15
1.5. Взаємодії та протидії булінгу в закладах вищої освіти.	18
1.6. Педагогічні умови підготовки майбутніх вихователів до роботи в інклюзивному освітньому середовищі.	20
1.7. Особливості передпхідної фізичної підготовки учнів старших класів до туристського походу.	23
1.8. Методика проведення практичних і лабораторних занять з математичних дисциплін із застосуванням інтерактивних засобів навчання (на прикладі дисципліни «Вища математика»).	27
1.9. Аналіз найпотужніших відеокарт.	37
Розділ другий.	
Журналістика та філологія.	45
2.1. Криза журналістики на тлі знищення найдавнішої культури людства (війна в Іраку (2003-2011)).	45
2.2. Дво- та багатокомпонентні ойконіми Черкащини.	50
Розділ третій.	
Економіка, політологія, психологія, міжнародні відносини.	68
3.1. Механізми повоєнного відновлення макрорегіональних зон України: архітектура гібридного сценарію.	68
3.2. Використання технології блокчейн в сільському господарстві.	87
3.3. International legislation and instruments for assimilation of labour migrants and their return to the country.	94
3.4. Психологічна допомога ветеранамв інтеграції до цивільного життя.	113
3.5. Оцінка та аналіз динаміки інвестиційних процесів в Україні та їх моделювання.	117
Розділ четвертий.	
Промисловість та екологія.	137
4.1. Модель дієвого управління підприємством яке випускає зварні металеві конструкції на основі стандартів ISO 9001 (створення організаційної структури підприємства для реалізації процесного підходу та розробка матриці відповідальності).	137
4.2. Theoretical basics of ensuring sustainable development of urban heat supply.	144
Післямова	155

Передмова

Колективна монографія присвячена актуальним питанням розвитку сучасного суспільства. У колективній монографії буде досліджено сучасні проблеми в таких сферах як: освіта, фізична культура, спорт, культура і мистецтво, дизайн, релігієзнавство, історія, філософія, культурологія, журналістика, філологія, богослов'я, економіка, політологія, психологія, соціологія, міжнародні відносини, суспільні комунікації, соціальна робота, соціальне забезпечення, регіональні студії, облік, оподаткування, фінанси, банківська справа, страхування, менеджмент, маркетинг, підприємництво, торгівля, біржова діяльність, легка промисловість, видавництво, поліграфія, готельно-ресторанна справа, екологія, туризм тощо.

Монографія буде корисною науковцям, викладачам, здобувачам освіти, а також широкому колу осіб, які цікавляться питаннями розвитку сучасної науки та практики.

До авторського колективу монографії залучені наступні науковці (інформацію подано мовою оригіналу рукописів авторів): Ігуна Bashynska, Kateryna Zaichenko, Zhang Le, Батенчук Віктор Мар'янович, Бобко Олексій Леонідович, Бодановський Ігор Васильович, Величенко Миколай Анатолійович, Вржесневський Іван Іванович, Гарнусова Вікторія Вікторівна, Гонца Ірина Семенівна, Дмишко Олександра Степанівна, Довгенко Яна Олексіївна, Кашуба Оксана Мирославівна, Кібкало Ірина Володимирівна, Ковальчук Оксана Вікторівна, Конох Анатолій Петрович, Конох Андрій Анатолійович, Конох Олена Євгеніївна, Коротя Володимир Владиславович, Косюк Оксана Михайлівна, Курчатова Анжеліка Віталіївна, Лукашова Інна Володимирівна, Маковецька Наталія Валеріївна, Микитенко Вікторія Володимирівна, Орленко Наталія Анатоліївна, Порадник Святослав Георгійович, Романюк Олександр Никифорович, Скидан Інна Володимирівна, Совгіря Тетяна Миколаївна, Спіріна Вікторія Вячеславівна, Терменжи Дар'я Євгенівна, Федечко Олег Ігорович, Шапочка Катерина Анатоліївна, Шеншин Олександр Олександрович, Шип Лілія Олександрівна, Якубовський В'ячеслав Броніславович.

Авторами монографії досліджено актуальні питання сучасної науки та опубліковано наступні рукописи (інформацію подано мовою оригіналу рукописів авторів): Деякі питання проектування пенітенціарних об'єктів на території України на основі європейських тенденцій; Педагогічна майстерність вчителя музичного мистецтва у контексті вимог Нової української школи; Особливості психолого-педагогічної підготовки майбутніх фахівців активно-оздоровчого туризму; Очна форма навчання як перший крок для вирішення проблем із психологічним станом здобувачів вищої освіти; Взаємодія та протидія булінгу в закладах вищої освіти; Педагогічні умови підготовки майбутніх вихователів до роботи в інклюзивному освітньому середовищі; Особливості передпідхідної фізичної підготовки учнів старших класів до туристського походу; Методика проведення практичних і лабораторних занять з математичних дисциплін із застосуванням інтерактивних засобів навчання (на прикладі дисципліни «Вища математика»); Аналіз найпотужніших відео карт; Криза журналістики на тлі знищення найдавнішої культури людства (Війна в Іраку (2003-2011)); Дво- та багатокomпонентні ойконіми Черкащини; Механізми повоєнного відновлення макрорегіональних зон України: архітектура гібридного сценарію; Використання технології блокчейн в сільському господарстві; International legislation and instruments for assimilation of labour migrants and their return to the country; Психологічна допомога ветеранамв інтеграції до цивільного життя; Оцінка та аналіз динаміки інвестиційних процесів в Україні та їх моделювання; Модель дієвого управління підприємством яке випускає зварні металеві конструкції на основі стандартів ISO 9001 (створення організаційної структури підприємства для реалізації процесного підходу та розробка матриці відповідальності); Theoretical basics of ensuring sustainable development of urban heat supply.

Інформаційною базою дослідження стали нормативно-правові документи, звіти профільних установ, методичні та статистичні матеріали суб'єктів господарювання, матеріали експертних досліджень, аналітичні огляди, опитування, анкетування, наукові та методичні публікації тощо.

Романюк Олександр Никифорович

Доктор технічних наук, професор
ORCID: 0000-0002-2245-3364

Вінницький національний технічний університет

Бобко Олексій Леонідович

ORCID: 0009-0000-1753-279X

Вінницький національний технічний університет

Шеншин Олександр Олександрович

ORCID: 0009-0009-9190-7153

Вінницький національний технічний університет

1.9. Аналіз найпотужніших відеокарт

У роботі проаналізовано сучасні графічні процесори. Детально розглянуто архітектуру, характеристики, технології та сфери застосування. Проаналізовано переваги та недоліки різних моделей, а також перспективи розвитку галузі. Ключові слова: відеокарта, CUDA, тензорні ядра, високопродуктивні обчислення, машинне навчання, AI-акселератори.

Аналіз поняття відеокарти. Відеокарта (англ. graphics processing unit, GPU) – це спеціалізований пристрій комп'ютера, який відповідає за обробку та відображення графічної інформації. На відміну від процесора, який вважається «мозком» комп'ютера і виконує загальні обчислення, відеокарта має вузькоспеціалізовану архітектуру для паралельної обробки графічних даних. Базовими функціями відеокарти є перетворення цифрових даних у відео зображення, яке відображається на моніторах, та прискорення графічних операцій у графіці. Принципова відмінність від процесора полягає в архітектурі. Якщо процесор має невелику кількість потужних ядер, то відеокарта має тисячі простіших ядер, які можуть виконувати одночасно колосальну кількість операцій на секунду. Наприклад для рендерингу відеогри процесор розраховує фізику та загальну логіку, а відеокарта паралельно обчислює мільйони пікселів, текстур, освітлення та тіней. Сучасні комп'ютери фактично є окремими комп'ютерами з власною пам'яттю (Video Random Access Memory, VRAM) та потужним графічним процесором (GPU), здатним виконувати десятки трильйонів операцій за секунду. Але все ж таки для обробки графіки GPU отримує дані від центрального процесора, а потім тільки виконує операції. Зв'язок GPU з іншими компонентами комп'ютера, такими як процесор і оперативна пам'ять, обов'язковий у забезпеченні ефективної роботи всієї системи. GPU отримує дані від CPU (Central processing unit) через інтерфейс, наприклад, PCI-Express (Peripheral Component Interconnect Express), що дозволяє передавати великі обсяги даних між процесором і відеокартою з високою швидкістю. Оперативна пам'ять комп'ютера (Random Access Memory, RAM) і відеопам'ять відеокарти (VRAM) працюють разом, але мають різні функції. RAM зберігає загальні дані, необхідні для роботи програми, в той час як VRAM забезпечує швидкий доступ до даних, які безпосередньо використовуються GPU для рендерингу зображень. VRAM значно швидша і має вищу пропускну здатність, ніж основна пам'ять, тому вона здатна швидко обробляти великі обсяги графічних даних.

Важливим аспектом є також розширення можливостей GPU через різні програмні бібліотеки, такі як CUDA [1] (Compute Unified Device Architecture) або OpenCL [2] (Open Computing Language), що дозволяють використовувати графічний процесор для загальних обчислень. Це значно розширює область застосування відеокарт, дозволяючи використовувати їх для задач, які виходять за рамки традиційного графічного рендерингу, зокрема для аналізу даних, симуляцій або машинного навчання. Технічні характеристики GPU, такі як кількість ядер, обсяг пам'яті та пропускну здатність, безпосередньо впливають на те, наскільки ефективно він може обробляти ці дані в реальному часі.

Архітектура та технології сучасної відеокарти. У сегменті настільних комп'ютерів беззаперечним лідером є NVIDIA [3] GeForce RTX (Ray Tracing shader eXtreme) 4090 [4], що базується на архітектурі Ada Lovelace [5], названій на честь першої програмістки в історії Ади Лавлейс [6] британської математики XIX століття. Архітектура Ada Lovelace є суттєвим покращенням попереднього покоління Ampere [7], яка у свою чергу названа на честь Андре-Марі Ампера [8], пропонуючи значно вищу енергоефективність та нові технологічні можливості для обробки графіки. Ця відеокарта пропонує передові характеристики: 16384 ядра CUDA, невеликі виносавчі елементи, розроблені Nvidia, оптимізовані для паралельних обчислень. Вони об'єднані в блоки, звані мультипроцесорами потоків (SM), що дозволяє виконувати колосальний обсяг

обчислень одночасно. Працюють такі ядра на частоті до 2.52 GHz, тобто виконують 2.52 мільярди тактів за секунду. Під час кожного такту CUDA-ядра можуть виконувати різні операції, як арифметичні, так і логічні, залежно від задачі. Чим вища частота, тим більше операцій може бути виконано за одиницю часу. Для порівняння, відеокарти попереднього покоління працювали на частотах близько 1.8-2.0 GHz, тому 2.52 GHz це значний прогрес. 24 гігабайти надшвидкої пам'яті GDDR6X, найсучасніший тип графічної пам'яті, який був розроблений спільно NVIDIA та Micron [9]. Де «G» означає Graphics (графічна), «DDR» Double Data Rate (подвійна швидкість передачі даних), «6» шосте покоління, «X» покращена версія стандарту GDDR6 із застосуванням PAM4 [10] (модуляції імпульсної амплітуди), що дозволяє передавати більше даних за один цикл. 24 гігабайти такої пам'яті дозволяють зберігати величезні текстури та інші дані, необхідні для роботи з високоякісною графікою. Це найшвидший на сьогодні тип графічної пам'яті, що забезпечує швидкість передачі даних до 21 Гбіт/с на контакт, через 384-бітну шину, що дозволяє передавати 384 біти(48 байти) інформації одночасно, забезпечуючи загальну пропускну здатність понад 1 терабайт на секунду. Чим ширша шина, тим більше даних може бути передано за один такт.

Однією з найважливіших переваг є наявність блоку апаратного кодування NVENC [11] (8-го покоління), який суттєво розширює можливості роботи з відео. Цей спеціалізований процесор дозволяє стискати відео (кодування) для зменшення його розміру та розпаковувати його (декодування) для відтворення відео у форматі AV1 [12] з роздільною здатністю 4K (3840x2160 пікселів) та 8K (7680x4320 пікселів), а також забезпечує підтримку форматів H.264 та H.265 (HEVC) [13-14]. Особливо це оцінять творці контенту, адже тепер можна вести трансляції та записувати відео найвищої якості практично без навантаження на центральний процесор комп'ютера. Також використання цього кодека знижує затримки при обробці відео, а також дає змогу працювати з меншими бітрейтами [15], тобто меншою кількістю байтів на секунду, але при вищій якості, що є критично важливим для сучасних медіа. Доповнює цю технологію система NVIDIA Reflex [16], яка оптимізує шлях сигналу від пристроїв введення до дисплея, зменшуючи системну затримку до мінімуму, що особливо важливо в динамічних змаганнях та кіберспортивних дисциплінах, де кожна мілісекунда може вплинути на результат гри.

Ще однією передовою функцією RTX 4090 є інтеграція ядер Tensor [17] четвертого покоління, які спеціалізуються на задачах штучного інтелекту, що суттєво прискорює розробку алгоритмів глибокого навчання, які в свою чергу допоможуть робити великі інновації, як і в сферах медицини, так і допомагати автоматизувати рутинні задачі. Tensor ядра прискорюють виконання операцій у форматах FP (Floating Point) [18], також відомих як формат чисел із плаваючою комою (float), який використовується для точних і складних обчислень. Формати FP поділяються за кількістю бітів, що визначає їхню точність і обсяг ресурсів, необхідних для обробки. FP8 це 8-бітний формат, який забезпечує високу швидкість обчислень із меншою точністю, що ідеально підходить для інференсу в задачах штучного інтелекту. FP16 16-бітний формат, що балансує між швидкістю і точністю, використовується для тренування нейронних мереж. FP32 32-бітний формат із високою точністю, стандарт для багатьох обчислювальних і графічних задач. FP64 застосовується для задач, які потребують надвисокої точності, таких як симуляції, інженерні розрахунки чи роботи з великими числами. Існує також формат TF32 (Tensor Float 32 байти) був створений спеціально для тензорних ядер, щоб збалансувати точність FP32 із продуктивністю FP16, що особливо корисно для тренування нейронних мереж із великою кількістю параметрів. Тензорні ядра також оптимізують обчислення в інших форматах, таких як INT8 (8-бітний цілий формат), де потрібна максимальна швидкість, наприклад, для інференсу вже навчених моделей.

Завдяки інтеграції тензорних ядер четвертого покоління RTX 4090 демонструє високу продуктивність, суттєво перевершуючи попередні покоління та навіть інші моделі серії RTX 40XX. Наприклад, у стандартних обчисленнях із плаваючою комою FP32, які не використовують тензорні ядра, під час тестування [19] RTX 4090 досягає пікової продуктивності у 82.6 TFLOPS [20] (Floating Point Operations Per Second), що становить 206% від рівня RTX 3090 Ti. Аналогічний рівень продуктивності демонструється і для FP16, що свідчить про виняткову базу потужності GPU навіть без використання спеціалізованих функцій.

При активації тензорних ядер потенціал RTX 4090 розкривається ще більше. Для форматів FP16 із накопиченням FP32 обчислення досягають неймовірних 165.2 TFLOPS, що більш ніж удвічі перевищує можливості RTX 3090 Ti (207%). У форматі TF32 продуктивність також виросла до 82.6 TFLOPS (207%), дозволяючи виконувати задачі глибокого навчання, що потребують збалансованої точності і швидкості, із безпрецедентною ефективністю.

Високою є й продуктивність у задачах трасування променів, завдяки новим RT-ядрам (Ray Tracing Cores) [21] третього покоління які суттєво змінюють підхід до обчислення світлових ефектів у реальному часі.

Ці ядра спеціалізуються на виконанні складних розрахунків, пов'язаних із поведінкою світла, забезпечуючи високу точність і ефективність. Однією з ключових функцій RTядер є обчислення перетину променів із трикутниками [22] процес, що лежить в основі більшості тривимірних сцен, оскільки геометрія в графіці переважно базується на полігонах. Завдяки RTядрам ці розрахунки виконуються у рази швидше, ніж це було можливим на попередніх архітектурах.

Також RTядра відповідають за моделювання складних світлових взаємодій, таких як відбиття та заломлення. Це дозволяє відтворювати реалістичні ефекти, наприклад, дзеркальні поверхні, прозорі об'єкти, або гру світла у скляних матеріалах. Ще одним важливим завданням є розрахунок глобального освітлення визначення того, як світло поширюється в сцені, взаємодіє з об'єктами і відбивається від поверхонь, додаючи реалістичності навіть у складних умовах освітлення.

RTядра також здатні обробляти складні світлові ефекти у реальному часі, такі як м'які тіні, каустика [23] (світлові ефекти, створені заломленням чи відбиттям), і взаємодія між джерелами світла та об'єктами. RTX 4090 забезпечує 191 TFLOPS для обчислень трасування променів, що становить 245% продуктивності RTX 3090 Ti.

Окрім цього, у RTX 4090 був суттєво покращений оптичний потік [24]. Нові можливості дозволяють досягати 305 TOPS (трильйонів операцій в секунду), що майже втричі перевищує продуктивність RTX 3090 Ti (242%). Це сприяє покращенню якості відео у реальному часі, обробці потоків даних і підтримці передових технологій таких як DLSS [25] (Deep Learning Super Sampling) 3, який представляє собою комплекс інноваційних технологій, кожна з яких відповідає за певний аспект покращення зображення:

Базова технологія DLSS – це Super Resolution (Суперроздільна здатність), її мета підвищити продуктивність, використовуючи ШІ для виведення кадрів вищої роздільної здатності з вхідного сигналу нижчої роздільної здатності. Система бере кілька кадрів нижчої роздільної здатності, аналізує дані про рух та використовує інформацію з попередніх кадрів для реконструкції зображення, яке відповідає якості нативної роздільної здатності. Наприклад, гра може рендеритися в роздільній здатності 1440p, а потім масштабуватися до 4K з якістю, близькою до нативного 4K-рендерингу, але з набагато вищою продуктивністю.

DLSS Frame Generation [26] (Генерація кадрів) – це революційна технологія, яка використовує штучний інтелект для створення додаткових кадрів між основними кадрами гри. Наприклад, якщо гра видає 60 кадрів на секунду, технологія може згенерувати додаткові кадри, підвищивши частоту до 120 кадрів на секунду.

DLSS Ray Reconstruction [27] (Реконструкція променів) ШІ для генерації додаткових пікселів у сценах з інтенсивним трасуванням променів. Замість традиційних методів шумозаглушення, ця технологія використовує неймережу, навчену на суперкомп'ютерах NVIDIA, яка генерує високоякісні пікселі між трасованими променями. Це дозволяє отримати більш чітке та реалістичне зображення з меншою кількістю шумів та артефактів, особливо в складних сценах з багатьма джерелами світла та відбиттями.

RTX Super Resolution (RSR) [28] призначена для покращення якості відео у веб-браузерах. На відміну від DLSS, яка працює безпосередньо в іграх, RSR може бути застосована до будь-якого вмісту в браузері, допомагаючи покращити якість у реальному часі навіть у дуже старому відео чи фільмі, завдяки ШІ.

Deep Learning Anti-aliasing [29] (Згладжування на основі глибокого навчання) це спеціалізована технологія згладжування, яка використовує ті самі технології суперроздільної здатності, що були розроблені для DLSS, але замість підвищення продуктивності фокусується на максимальному покращенні якості зображення при роботі з нативною роздільною здатністю. Це дозволяє досягти надзвичайно чіткого зображення без "сходинок" та інших артефактів, які зазвичай виникають на краях об'єктів у іграх.

Всі ці технології працюють разом, створюючи комплексне рішення для покращення якості зображення та продуктивності. Завдяки потужному прискорювачу оптичного потоку RTX 4090 може ефективно обробляти всі ці алгоритми одночасно, забезпечуючи неперевершену якість зображення та високу частоту кадрів навіть у найвимогливіших іграх з трасуванням променів та високою роздільною здатністю.

В основі RTX 4090 лежить революційний техпроцес TSMC [30] (Taiwan Semiconductor Manufacturing Company) 4N, адаптована версія 5-нанометрової технології, спеціально розроблений для NVIDIA, який дозволив розмістити на кристалі неймовірно 76.3 мільярда транзисторів. Такий технологічний прорив став можливим завдяки багаторічній співпраці NVIDIA з TSMC та впровадженню передових технологій виробництва напівпровідників.

Відеокарта підтримує актуальний стандарт PCI Express 4.0 [31], що забезпечує швидкість передачі даних до 64 ГБ/с у двосторонньому режимі. Це доповнюється технологією Resizable BAR [32], яка дозволяє процесору отримувати прямий доступ до всього об'єму відеопам'яті, суттєво підвищуючи продуктивність у сучасних іграх та додатках. Разом ці технології створюють потужний фундамент для максимально ефективної

взаємодії між компонентами системи.

Застосування відеокарт. Ще одною головною революційною технологією є віртуальна (VR) та доповнена (AR) реальність [33] – це технології, які докорінно змінюють наше сприйняття світу, стираючи межі між фізичним та цифровим просторами.

Віртуальна реальність дозволяє повністю зануритися користувачу в штучно створене середовище, де все – від дотиків до звуків – є комп'ютерною симуляцією. За допомогою спеціальних окулярів та сенсорних контролерів людина може опинитися будь-де, навіть у фантастичному світі – все це настільки реалістично, що мозок сприймає побачене як справжню реальність.

Сфери застосування VR вражають своєю різноманітністю. У медицині хірурги тренуються проводити складні операції на віртуальних моделях, не ризикуючи життям пацієнтів. В освіті студенти можуть подорожувати через історичні епохи, торкатися експонатів стародавніх цивілізацій або досліджувати внутрішню структуру атома. Архітектори та дизайнери проєктують будівлі та простори, повністю занурюючись у тривимірні моделі задовго до початку реального будівництва.

Доповнена реальність, AR, на відміну від VR, не замінює повністю реальний світ, а доповнює його цифровими елементами. Наприклад окуляри, які можна порівняти з віртуальним монітором, який не лише показує зображення, але й інтегрує цифрові елементи прямо у ваш реальний простір. Наприклад, через такі окуляри ви можете бачити навігаційні підказки, що «літають» перед вами, або 3D-моделі, які виглядають так, ніби вони стоять на реальному столі, або перекладати текст у реальному часі і бачити його в окулярах. Це віртуальний світ, яке накладається на те, що ви бачите навколо.

Завдяки графічній потужності сучасних відеокарт [34], зокрема NVIDIA RTX 4090, робить VR та AR настільки реалістичними, що межа між реальним та віртуальним світами стає практично непомітною. RTX 4090 з її потужними тензорними ядрами здатна генерувати графіку з надзвичайною деталізацією – кожен волосок, кожна текстура може бути відтвореною з фотографічною точністю.

Окрім графіки, сучасні VR-технології розвиваються в напрямку повного сенсорного занурення. Вже створюються спеціальні костюми та рукавиці, які дозволяють відчувати дотики, опір, температуру та навіть біль у віртуальному середовищі.

Військові також активно використовують технологію VR для керування дронами та безпілотниками, забезпечуючи операторів інтуїтивними інтерфейсами. Завдяки VR оператори можуть керувати апаратами навіть на великих відстанях, отримуючи віртуальну присутність у зоні виконання завдань. Крім того, VR широко застосовується для тренування пілотів, моделюючи реалістичні сценарії польотів, у тому числі в екстремальних умовах або під час аварійних ситуацій. Це дозволяє підготувати пілотів до різних викликів без ризику для реального обладнання чи життя, космічні агентства можуть використовувати VR для тренувань астронавтів. Технологія стає потужним інструментом пізнання, навчання та трансформації людського досвіду.

Проте такі технології і потужність мають свою ціну. З розмірами 304 x 137 x 61 міліметрів, RTX 4090 є однією з найбільших споживчих відеокарт, що може створювати проблеми з встановленням у компактні корпуси. Крім того, енергоспоживання у 450 Вт вимагає не лише потужного блоку живлення, але й ефективної системи охолодження для відведення такої кількості тепла. Це призводить до додаткових витрат на відповідні компоненти системи та може суттєво збільшити рахунки за електроенергію при активному використанні.

Аналіз відеокарт AMD. Головним конкурентом NVIDIA у високопродуктивному сегменті виступає AMD [35] (Advanced Micro Devices) Radeon RX 7900 XTX [36], що базується на революційній архітектурі RDNA 3 [37]. Ця архітектура відрізняється від попередніх поколінь своїм чіплетним дизайном, де графічний процесор складається з кількох з'єднаних між собою кристалів, що дозволяє оптимізувати виробництво та підвищити енергоефективність.

Відеокарта оснащена 96 обчислювальними блоками, які містять 12288 потокових процесорів, що працюють на частотах до 2.3 GHz. На відміну від технології CUDA від NVIDIA, яка має величезну екосистему та підтримку в професійних додатках, потокові процесори AMD менш універсальні. Це створює суттєві обмеження для користувачів, які працюють з програмами для 3D-моделювання, рендерингу або наукових обчислень, оскільки багато професійного програмного забезпечення оптимізовано саме під CUDA.

Хоча AMD оснастила RX 7900 XTX 24 гігабайтами відеопам'яті GDDR6 та 96 МБ кешу Infinity Cache [38], відсутність підтримки GDDR6X, яка використовується в RTX 4090, дещо обмежує пропускну здатність пам'яті. 384-бітна шина частково компенсує це обмеження, але в завданнях, що вимагають інтенсивної роботи з пам'яттю, NVIDIA все ще має перевагу.

У сфері штучного інтелекту та машинного навчання, незважаючи на наявність 192 AI-прискорювачів та заявлене двократне покращення продуктивності порівняно з попереднім поколінням, RX 7900 XTX все ще значно поступається рішенням NVIDIA. Відсутність аналога Tensor-ядер та менш розвинена екосистема для ШІ-обчислень обмежують можливості карти в цій сфері. Багато популярних фреймворків машинного навчання оптимізовані передусім під CUDA, що робить використання відеокарт AMD менш привабливим для дослідників та розробників ШІ.

В області трасування променів AMD пропонує 96 Ray Accelerator блоків другого покоління, але їхня продуктивність помітно поступається RT-ядрам NVIDIA третього покоління. Це особливо помітно в іграх з інтенсивним використанням трасування променів, де різниця в продуктивності може сягати 30-40% на користь RTX 4090.

З програмних технологій, AMD має FSR (FidelityFX Super Resolution) 3.0 [39], і хоча це є відкритою технологією, що дозволяє працює на картах різних виробників, але вона не може запропонувати такої ж якості масштабування та генерації кадрів, як DLSS 3.0. Це два принципово різні підходи до покращення графічної продуктивності та якості зображення у відеоіграх та графічних додатках. DLSS є більш просунутою технологією, яка базується на глибокому машинному навчанні та використовує спеціалізовані тензорні ядра у відеокартах NVIDIA для генерації зображень високої якості. Ця технологія фактично «вчить» нейронну мережу реконструювати зображення високої роздільної здатності з низькоякісного вихідного зображення, застосовуючи складні алгоритми штучного інтелекту. На противагу цьому, FSR є більш традиційним алгоритмом апскейлінгу, який працює на принципах класичної комп'ютерної графіки без використання глибокого навчання. Технічна відмінність полягає саме в підході до генерації зображень. DLSS використовує попередньо навчені нейронні мережі, які навчені на мільйонах зображень та можуть генерувати надзвичайно чіткі та деталізовані картинки майже без артефактів. Кожна версія DLSS (від 1.0 до 3.0) демонструє дедалі вищі результати, дозволяючи отримувати зображення практично без втрати якості при значному підвищенні продуктивності. А FSR, завдяки простішим просторовим алгоритмам масштабування, здатна працювати на будь-яких відеокартах. Однак, це призводить до менш точної реконструкції деталей і появи більшої кількості артефактів.

FSR 3.0 намагається подолати обмеження попередніх версій, впроваджуючи технологію Generate Frame, яка частково наближається до можливостей DLSS Frame Generation, але все ще поступається їй у якості та точності відтворення зображень. Принципова перевага DLSS полягає в наявності апаратних ШІ-прискорювачів (тензорних ядер) у відеокартах NVIDIA, які дозволяють надзвичайно швидко та якісно генерувати проміжні кадри, суттєво підвищуючи продуктивність без значних втрат графічної якості.

Практичний приклад відмінностей можна побачити у сучасних відеоіграх: при використанні DLSS 3.0 графіка не лише масштабується до вищої роздільної здатності, але й генеруються додаткові кадри, що робить картинку більш плавною та реалістичною, тоді як FSR здійснює переважно просте масштабування без генерації проміжних кадрів. Саме тому професійні розробники віддають перевагу DLSS, особливо у вимогливих графічних додатках.

Radeon RX 7900 XTX це не найпотужніша відеокарта на ринку для персональних комп'ютерів, але все ж залишається однією з найпотужніших відеокарт від AMD з гарним співвідношенням ціна/продуктивність. Її значною перевагою є те, що вона досягає досить високої продуктивності при значно нижчому енергоспоживанні порівняно з RTX 4090 всього 355 Вт проти 450 Вт у конкурентної карти NVIDIA. Це дає перевагу з точки зору енергоефективності, зменшуючи навантаження на систему охолодження та знижуючи потреби в енергопостачанні.

Аналіз мобільних відеокарт. У світі мобільних відеокарт ситуація дійсно особлива, оскільки виробникам доводиться знаходити баланс між потужністю та енергоефективністю. Мобільна NVIDIA RTX 4090M значно відрізняється від своєї десктопної версії має менше ядер CUDA [40] (9728 замість 16384) та меншу кількість відеопам'яті (16 ГБ замість 24 ГБ). Частоти також знижені до 2.04 GHz для економії енергії. Незважаючи на це, вона залишається найпотужнішою мобільною відеокартою.

AMD представляє Radeon RX 7900M [41] як свій флагман для ноутбуків, пропонує 7168 потокових процесорів та 16 ГБ пам'яті. Особливістю є технологія SmartShift, яка динамічно розподіляє енергію між процесором та відеокартою залежно від навантаження, що дозволяє оптимізувати продуктивність та енергоспоживання.

Але окремої уваги заслуговують процесори Apple Silicon [42] (M1, M2, M3 та їх Pro/Max версії) в MacBook [43], ноутбуках від Apple [44]. Хоча вони не можуть змагатися з топовими ігровими відеокартами у чистій графічній потужності, вони пропонують унікальний підхід. Apple інтегрувала CPU та GPU в єдиний чіп

на 3-нанометровій архітектурі, використовуючи уніфіковану архітектуру пам'яті. Це дозволяє досягти неймовірної енергоефективності MacBook може працювати понад 22 годин від батареї при звичайному використанні, тоді як інші ноутбуки часто працюють лише до 9 годин під навантаженням.

Секрет Apple криється не лише в технологіях, але й у філософії проектування. Замість традиційного підходу «більше ядер – більша потужність», інженери Apple зробили ставку на унікальну архітектуру, де кожен компонент чіпа працює максимально синхронізовано. Графічне ядро в процесорах M – чіпах не просто обробляє зображення - воно інтегровано в загальну систему обробки даних настільки щільно, що межі між традиційними процесорними модулями практично зникають.

Аналіз серверних відеокарт. У світі серверних високопродуктивних обчислень відбулася справжня революція з появою NVIDIA H200 Tensor Core GPU [45]. H200 демонструє своєю потужністю та можливостями, маючи 141 гігабайт надшвидкої пам'яті HBM3e [46] з пропускну здатністю 4.8 терабайти на секунду. Для порівняння, RTX 4090 оснащена 24 гігабайтами пам'яті GDDR6X з пропускну здатністю «лише» 1 гігабайт на секунду. Пам'ять HBM3e розташована на тому ж кристалі, що й GPU, що забезпечує мінімальну латентність та максимальну пропускну здатність.

В області обчислювальної потужності H200 демонструє високі показники: 3,958 TFLOPS при роботі з 8-бітними числами (FP8), тоді як RTX 4090 обмежена приблизно 1,321 TFLOPS у подібних операціях. Це робить H200 незамінним інструментом для навчання та інференсу великих мовних моделей.

H200 базується на архітектурі Norper [47], названий на честь амереканської вченої Грейс Мюррей Гоппер [48] і оптимізований для серверних навантажень та паралельних обчислень. Це відображається в різній організації обчислювальних блоків: H200 має потужніші тензорні ядра та більше спеціалізованих блоків для наукових обчислень, в той час як RTX 4090 більше зосереджена на графічному рендерингу та обробці геометрії.

Енергоефективність є важливим параметром для серверних та високопродуктивних графічних процесорів, оскільки споживана потужність безпосередньо впливає на витрати на охолодження, електроенергію та загальну вартість експлуатації. NVIDIA H200 має TDP до 700 Вт, що є значно вищим за RTX 4090, у якої TDP становить 450 Вт. І оскільки NVIDIA H200 є рішенням для серверних інфраструктур і для масштабних задач штучного інтелекту, його ціна значно вища, ніж у споживчих GPU. Очікувана ціна на NVIDIA H200 може перевищувати \$40,000-\$50,000, залежно від конфігурації та обсягів замовлення. Ці GPU зазвичай продаються через канали для великих організацій, дата-центрів і хмарних провайдерів. А ціна RTX 4090 для споживачів становить приблизно \$1,500-\$2,000, і хоч теж не дешева відеокарта, але це одна з найбільш потужних споживчих графічних карт для персональних комп'ютерів, що забезпечує високу продуктивність у іграх, відеоредагуванні та інших графічних задачах. Вартість RTX 4090 значно нижча в порівнянні з H200 через її орієнтацію на індивідуальних користувачів.

AMD активно кидає виклик своїм конкурентам за допомогою Instinct MI325X [49]. Цей AI-акселератор оснащений 256 ГБ новітньої HBM3e пам'яті з пропускну здатністю 6 ТБ/с, що перевершує H200 у цій категорії. Завдяки збільшеному обсягу пам'яті, AMD робить свої чіпи привабливими для задач з великими моделями, таких як GPT-4 або Llama 3.1 [50-51].

Обчислювальна потужність MI325X також вражає, особливо для FP16 і FP8 операцій. З продуктивністю 1.3 петафлопс(1300 TFLOPS) для FP16 і 2.6 петафлопс для FP8, AMD націлена на конкурентну перевагу в навчанні мовних моделей. Архітектура CDNA 3 [52] забезпечує збільшену паралельність, оптимізовану під наукові та AI-навантаження.

Щодо енергоспоживання, MI325X має TDP у 1000 Вт, що більше за H200 і більше ніж 355 Вт у Radeon RX 7900 XTX, але це компенсується збільшеним обсягом пам'яті та продуктивністю. AMD активно вдосконалює свої акселератори, і вже наступного року обіцяє MI355X [53] з FP4/FP6 підтримкою та потужністю до 9.2 петафлопс, що стане прямим конкурентом для NVIDIA B200 [54].

MI325X, будучи потужним акселератором для штучного інтелекту та наукових обчислень, орієнтований на серверні та дата-центрові застосунки, може коливатися в ціні від \$20,000 до \$50,000 або навіть більше в залежності від специфікацій та замовлення. А ціна AMD Radeon RX 7900 XTX становить \$999.

Висновок. Таким чином, на сьогоднішній день, розвиток відеокарт у сучасному світі відбувається з вражаючими темпами, за останні декілька років відбувся справжній технологічний стрибок, продуктивність відеокарт зросла майже в десятки раз, а разом і з ним зменшився і розмір техпроцесу з 15 нм до 4-5 нм. Цей швидкий прогрес дозволив перетворити звичайні персональні комп'ютери в справжні мультифункціональні системи, здатні виконувати надскладні обчислення практично в будь-яких галузях. Відеокарта Nvidia RTX 4090 залишається беззаперечним лідером у сегменті високопродуктивних графічних процесорів для

персональних комп'ютерів. Архітектура Ada Lovelace продемонструвала суттєвий приріст, порівнюючи з колишніми архітектурами, у всіх галузях, а особливо у сферах штучного інтелекту і графічного рендерингу. Збільшення до 2.52 ГГц теж показало не аби, який приріст. Також з інноваційними технологіями Nvidia заслужено забирає перше місце у всіх тестах, порівнюючи, як і з колишніми технологіями, так і відеокартами конкурентів. Головний ж конкурент для Nvidia, AMD Radeon RX 7900 XTX, хоч і поступається у продуктивності, але теж показує великий приріст порівнюючи з колишніми моделями, а також показує гарні показники ціна на продуктивність. У світі мобільних відеокарт для ноутбуків, Apple показує не аби яку потужність у достатньо не великих і тонких ноутбуках, які спокійно можуть замінити не найпотужніші персональні комп'ютери. У серверному сегменті ж лідерство переходить до спеціалізованих AI-акселераторів, таких як Nvidia H200 та AMD Instinct MI325X, які демонструються неймовірно обчислювальну потужність. Загальна ж тенденція розвитку графічних процесорів спрямована на підвищення енергоефективності, продуктивності обчислень та інтеграцію штучного інтелекту в апаратні рішення. Очікується, що в найближчі роки відеокarti стануть ще потужнішими завдяки переходу на нові техпроцеси, наприклад, 3-нм від TSMC або GAA-транзистори (Gate-All-Around) від Samsung. Інтеграція штучного інтелекту в архітектуру GPU також дозволить великих можливостей для прискорення обчислень не лише у сфері графіки, але й у науці, медицині та бізнесі. Завдяки таким прогресивним технологіям, графічні процесори стають основою для нових можливостей у віртуальній та доповненій реальності, кіновиробництві, розробці ігор, а також у сфері обчислень, наближаючи нас до майбутнього, де високопродуктивні системи стануть невід'ємною частиною повсякденного життя.

Узагальнюючи, NVIDIA RTX 4090 є не лише прикладом технічного прогресу, але й підтвердженням того, як сучасні графічні рішення здатні змінювати сприйняття можливостей персональних комп'ютерів, відкриваючи нові горизонти для геймінгу, створення контенту та наукових досліджень. Це революційне рішення NVIDIA втілює найсучасніші досягнення у сфері апаратного забезпечення та інженерії, встановлюючи нові стандарти для продуктивності, енергоефективності та функціональності.

Джерела.

1. CUDA [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/CUDA> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
2. OpenCL [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/OpenCL> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
3. Nvidia [Електронний ресурс] // Вікіпедія. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Nvidia> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
4. GeForce RTX 4090 Graphics Cards for Gaming [Електронний ресурс] // NVIDIA. – Режим доступу: <https://www.nvidia.com/en-us/geforce/graphics-cards/40-series/rtx-4090/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
5. The NVIDIA Ada Lovelace Architecture [Електронний ресурс] // NVIDIA. – Режим доступу: <https://www.nvidia.com/en-us/geforce/ada-lovelace-architecture/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
6. Ада Лавлейс [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B4%D0%B0_%D0%9B%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D1%81 (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
7. Ampere (мікроархітектура) [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: [\(дата звернення: 24.11.2024\). – Назва з екрана.](https://uk.wikipedia.org/wiki/Ampere_(%D0%BC%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B0%D1%80%D1%85%D1%96%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0))
8. Андре-Марі Ампер коротка біографія [Електронний ресурс] // Dovidka.biz.ua. – Режим доступу: <https://dovidka.biz.ua/andre-mari-ampere-kortka-biografiya/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
9. Micron Technology [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Micron_Technology (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
10. Doubling I/O Performance with PAM4: Micron Innovates GDDR6X Graphics Memory [Електронний ресурс] // Micron. – Режим доступу: <https://in.micron.com/content/dam/micron/global/public/products/technical-marketing-brief/gddr6x-pam4-2x-speed-tech-brief.pdf> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
11. Nvidia NVENC [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Nvidia_NVENC (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
12. AV1 [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/AV1> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
13. H.264 [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/H.264> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
14. H.265 [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/H.265> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
15. Бітова швидкість [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: [\(дата звернення: 24.11.2024\). – Назва з екрана.](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D1%96%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D1%88%D0%B2%D0%B8%D0%B4%D0%BA%D1%96%D1%81%D1%82%D1%8C)
16. Introducing NVIDIA Reflex: Optimize and Measure Latency in Competitive Games | GeForce News | NVIDIA [Електронний ресурс] // NVIDIA. – Режим доступу: <https://www.nvidia.com/en-us/geforce/news/reflex-low-latency-platform/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
17. Tensor Cores: Versatility for HPC & AI [Електронний ресурс] // NVIDIA. – Режим доступу: <https://www.nvidia.com/en-us/data-center/tensor-cores/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
18. Floating-point arithmetic [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Floating-point_arithmetic (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
19. nvidia-ada-gpu-architecture.pdf [Електронний ресурс] // NVIDIA. – Режим доступу: <https://images.nvidia.com/aem-dam/Solutions/geforce/ada/nvidia-ada-gpu-architecture.pdf> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
20. FLOPS [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/FLOPS> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
21. What Are RT Cores in Nvidia GPUs? [Електронний ресурс] // Titan Computers. – Режим доступу: <https://www.titancomputers.com/What-Are-RT-Cores-in-Nvidia-GPUs-s/1208.htm> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.

22. Ray-Tracing: Rendering a Triangle [Електронний ресурс] // Scratchapixel. – Режим доступу: <https://www.scratchapixel.com/lessons/3d-basic-rendering/ray-tracing-rendering-a-triangle/ray-triangle-intersection-geometric-solution.html> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
23. Каустика [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%83%D1%81%D1%82%D0%B8%D0%BA%D0%B0> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
24. Optical Flow Accelerator (OFA) [Електронний ресурс] // NVIDIA. – Режим доступу: https://developer.nvidia.com/docs/drive/drive-os/archives/6.0.4/linux/sdk/common/topics/nvmedia_understand/OpticalFlowAccelerator.html (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
25. DLSS Technology | NVIDIA [Електронний ресурс] // NVIDIA. – Режим доступу: <https://www.nvidia.com/en-us/geforce/technologies/dlss/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
26. NVIDIA Introduces DLSS 3 With Breakthrough AI-Powered Frame Generation for up to 4x Performance | NVIDIA Newsroom [Електронний ресурс] // NVIDIA. – Режим доступу: <https://nvidianews.nvidia.com/news/nvidia-introduces-dlss-3-with-breakthrough-ai-powered-frame-generation-for-up-to-4x-performance> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
27. Decoding AI-Powered DLSS 3.5 Ray Reconstruction | NVIDIA Blog [Електронний ресурс] // NVIDIA. – Режим доступу: <https://blogs.nvidia.com/blog/ai-decoded-ray-reconstruction/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
28. Pixel Perfect: RTX Video Super Resolution Now Available | NVIDIA Blog [Електронний ресурс] // NVIDIA. – Режим доступу: <https://blogs.nvidia.com/blog/rtx-video-super-resolution/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
29. Deep learning anti-aliasing [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_learning_anti-aliasing (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
30. TSMC [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/TSMC> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
31. PCI Express [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/PCI_Express (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
32. What Is Resizable BAR on a GPU, and Should You Use It? [Електронний ресурс] // HowToGeek. – Режим доступу: <https://www.howtogeek.com/819578/what-is-resizable-bar-on-a-gpu-and-should-you-use-it/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
33. В чому різниця між VR, AR, MR? [Електронний ресурс] // Інтернет-магазин KTC – Режим доступу: https://ktc.ua/blog/v_chomu_riznitsya_mizh_vr_ar_mr.html (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
34. Virtual Reality Technology for Gaming | GeForce RTX [Електронний ресурс] // NVIDIA – Режим доступу: <https://www.nvidia.com/en-us/geforce/technologies/vr/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
35. Advanced Micro Devices [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Advanced_Micro_Devices (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
36. AMD Radeon™ RX Graphics Cards [Електронний ресурс] // AMD. – Режим доступу: <https://www.amd.com/en/products/graphics/desktops/radeon.html> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
37. AMD RDNA™ Architecture [Електронний ресурс] // AMD. – Режим доступу: <https://www.amd.com/en/technologies/rdna.html> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
38. What is AMD Infinity Cache? [Електронний ресурс] // Trusted Reviews. – Режим доступу: <https://www.trustedreviews.com/explainer/what-is-amd-infinity-cache-4128555> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
39. AMD FidelityFX™ Super Resolution [Електронний ресурс] // AMD. – Режим доступу: <https://www.amd.com/en/products/graphics/technologies/fidelityfx/super-resolution.html> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
40. RTX 4090 Mobile vs RTX 4090 [Електронний ресурс] // Technical City. – Режим доступу: <https://technical.city/en/video/GeForce-RTX-4090-vs-GeForce-RTX-4090-mobile> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
41. Radeon RX 7900M [in 4 benchmarks] [Електронний ресурс] // Technical City. – Режим доступу: <https://technical.city/en/video/Radeon-RX-7900M> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
42. Apple Silicon [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Apple_Silicon (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
43. MacBook Pro - Характеристики [Електронний ресурс] // Apple. – Режим доступу: <https://www.apple.com/ua/macbook-pro/specs/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
44. Apple [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Apple> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
45. H200 Tensor Core GPU | NVIDIA [Електронний ресурс] // NVIDIA. – Режим доступу: <https://www.nvidia.com/en-us/data-center/h200/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
46. HBM3E | Micron Technology Inc. [Електронний ресурс] // Micron. – Режим доступу: <https://www.micron.com/products/memory/hbm/hbm3e> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
47. Норпер (мікроархітектура) [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Норпер_\(%D0%BC%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B0%D1%80%D1%85%D1%96%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Норпер_(%D0%BC%D1%96%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%B0%D1%80%D1%85%D1%96%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0)) (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
48. Грейс Гоппер [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D2%90%D1%80%D0%B5%D0%B9%D1%81_%D0%93%D0%BE%D0%BF%D0%BF%D0%B5%D1%80 (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
49. AMD Instinct™ MI325X Accelerators [Електронний ресурс] // AMD. – Режим доступу: <https://www.amd.com/en/products/accelerators/instinct/mi300/mi325x.html> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
50. GPT-4 [Електронний ресурс] // Вікіпедія. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/GPT-4> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
51. Introducing Llama 3.1: Our most capable models to date [Електронний ресурс] // Meta. – Режим доступу: <https://ai.meta.com/blog/meta-llama-3-1/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
52. AMD CDNA™ Architecture [Електронний ресурс] // AMD. – Режим доступу: <https://www.amd.com/en/technologies/cdna.html> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
53. On Paper, AMD's New MI355X Makes MI325X Look Pedestrian [Електронний ресурс] // HPC Wire. – Режим доступу: <https://www.hpcwire.com/2024/10/15/on-paper-amds-new-mi355x-makes-mi325x-look-pedestrian/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.
54. DGX B200 | NVIDIA [Електронний ресурс] // NVIDIA. – Режим доступу: <https://www.nvidia.com/en-us/data-center/dgx-b200/> (дата звернення: 24.11.2024). – Назва з екрана.

Наукове видання



Колектив авторів



Глобальні трансформації розвитку суспільства

Колективна монографія



Видання українською та англійською мовами

ISBN 978-617-7886-66-1

DOI: 10.61718/mon

Опубліковано на основі ліцензії Creative Commons Attribution License



Формат 60x90 1/8

Гарнітура «Times New Roman»

Авторські аркуші – 15,7



Видавець СГ НТМ «Новий курс»
Пр. Перемоги, 77, оф. 179, Харків, 61174, Україна
Тел.: +380962250903, +380500301905
Telegram, Viber: +380970440309
Сайт: <http://www.newroute.org.ua>

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 8013 від 22.11.2023
Зарєстровано у Global Register of Publishers. Ідентифікатор видавця 7886.