

## АНАЛІЗ РОЗПОДІЛЬНИХ ЗДАТНОСТЕЙ ЕКРАНІВ

*Анотація. Проаналізовано розподільну здатність екранів та її вплив на якість зображення і продуктивність системи. Описано принципи обчислення кількості пікселів і значення PPI, а також роль співвідношення сторін екрана для передачі візуального контенту. Розглянуто, як зростання роздільної здатності призводить до значного збільшення кількості пікселів, що впливає на вимоги до графічних процесорів та продуктивність комп'ютера. Проведено аналіз характеристик екранів користувачів Steam.*

*Ключові слова: розподільна здатність, екрани, якість зображення, кількість пікселів, PPI, співвідношення сторін, графічні процесори, продуктивність, Steam, геймери, системні вимоги, відеоігри, мультимедіа, статистика користувачів, тренди обладнання, популярні роздільні здатності.*

Роздільна здатність — це показник кількості пікселів, розташованих по горизонталі та вертикалі на екрані, що визначає рівень деталізації зображення. Чим вища роздільна здатність, тим чіткішим і більш деталізованим виглядає зображення, оскільки воно складається з більшої кількості пікселів, які відтворюють дрібні деталі. Кількість пікселів на екрані зазвичай вказується у форматі "ширина x висота" (наприклад, 1920x1080), що означає 1920 пікселів по горизонталі та 1080 по вертикалі. Загальна кількість пікселів розраховується шляхом множення цих двох значень.

Ще одним важливим параметром є PPI (Pixels Per Inch), який вимірює щільність пікселів на дюйм екрану. Чим більший показник PPI, тим вища щільність пікселів, і тим більше чіткості досягається на дисплеї, особливо на екранах малого розміру. Роздільна здатність екрана впливає на якість зображення, комфорт для очей та зручність роботи з графічними й текстовими елементами. Наприклад, висока щільність пікселів забезпечує чіткіші контури тексту і графіки [1], що є особливо важливим для дизайнерів, фотографів та геймерів.

Збільшення роздільної здатності екрана значно впливає на системні характеристики комп'ютера [2], оскільки чим більше пікселів, тим більше ресурсів потрібно для їх обробки. При підвищенні роздільної здатності зображення зростає кількість пікселів, які має опрацювати графічний процесор (GPU), що підвищує навантаження на відеокарту, оперативну пам'ять та процесор. Оскільки кожен піксель відображає певний колір і освітлення, для обробки більшої кількості пікселів, потрібна значно більша обчислювальна потужність, щоб досягти високої швидкості кадрів (FPS) і плавності зображення.

Збільшення роздільної здатності відбувається геометрично. Наприклад, перехід з 1080p (1920x1080) на 4K (3840x2160) роздільну здатність збільшує кількість пікселів у чотири рази, адже загальна кількість пікселів для 1080p складає приблизно 2,07 мільйона, тоді як для 4K — вже близько 8,3 мільйона. Це означає, що для відтворення 4K-зображення система повинна обробляти вчетверо більше даних, що суттєво збільшує вимоги до апаратного забезпечення, як-от графічної та оперативної пам'яті, а також підвищує енергоспоживання. Тому сучасні ігри та графічні додатки вимагають потужніших відеокарт для високих роздільних здатностей, особливо для плавного рендерингу в реальному часі.

Співвідношення сторін [3] визначає пропорцію ширини до висоти зображення або екрана. Воно виражається у вигляді відношення, наприклад, 16:9, 4:3 чи 21:9, де перше число вказує на ширину, а друге — на висоту. Цей параметр важливий, оскільки він впливає на те, як зображення виглядатиме на екрані. Наприклад, співвідношення 16:9 є стандартним для сучасних телевізорів та моніторів, і воно забезпечує широкий формат, який підходить для більшості відео та ігрових додатків. Формат 4:3, популярний у старих телевізорах і комп'ютерних моніторах, має майже квадратну форму, що робить його менш придатним для відображення сучасного широкоформатного контенту. Існують також ультраширокі формати, як-от 21:9, які надають ще ширше поле огляду, що часто використовується в кінематографі та іграх для створення занурювального ефекту. Вибір аспекту залежить від типу контенту та цілей використання, оскільки співвідношення сторін впливає на те, як зображення заповнює екран і сприймається глядачем.

Сучасні дисплеї мають різні роздільні здатності та співвідношення сторін, які адаптовані під різні вимоги користувачів, будь то геймери, професійні дизайнери чи звичайні користувачі. Аналіз розподільної здатності екранів дозволяє виявити тенденції у використанні екранів різної роздільної здатності і краще зрозуміти, як розподілені пріоритети користувачів на ринку.

Одним з ключових джерел статистики розподільної здатності екранів є щомісячні опитування Steam Hardware [4], які представляють обширні дані про системи (рис. 1), що використовують користувачі платформи Steam [5]. Згідно зі статистикою, на сьогоднішній день найбільш поширеною роздільною здатністю екрану серед користувачів Steam є Full HD (1920x1080), що займає значний відсоток усього ринку, а саме 57.32%. Цей високий відсоток пояснюється доступністю моніторів з Full HD, що забезпечують баланс між ціною і якістю зображення.

Основні роздільні здатності, що використовуються гравцями, включають:

- 800x1280 – 0.46% (+0.03%). Ця нестандартна роздільна здатність є менш поширеною і характерна для деяких портативних пристроїв або старих моделей моніторів;
- 1280x720 – 0.21% (+0.21%). Роздільна здатність HD, відома як 720p, часто застосовується на менш продуктивних пристроях, де користувачі віддають перевагу більшій продуктивності замість високої якості зображення;
- 1366x768 – 2.91% (+0.06%). Ця роздільна здатність також залишається популярною серед користувачів з ноутбуками, особливо бюджетних моделей, завдяки економії ресурсів на рендеринг;
- 2560x1440 – 19.71% (-2.02%). Також відома як QHD, ця роздільна здатність є значно більш популярною серед користувачів, які бажають підвищеної якості зображення і ширшого огляду, особливо в іграх. Незважаючи на зниження популярності, 2560x1440 залишається важливим стандартом;
- 3440x1440 – 2.45% (+0.23%) і 3840x2160 – 3.89% (+0.21%). Ці роздільні здатності Ultra-Wide та 4K набирають обертів завдяки популярності великих екранів і широкоформатних моніторів, що надають геймерам вищий рівень занурення у процес гри. Зокрема, роздільна здатність 3840x2160 або 4K стає все доступнішою, хоча вона все ще вимагає високої продуктивності відеокарти.

Primary Display Resolution	Percentage	Change
800 x 1280	0.46%	+0.03%
1280 x 800	0.30%	-0.08%
1280 x 720	0.21%	+0.21%
1280 x 1024	0.29%	+0.01%
1360 x 768	0.58%	+0.05%
1366 x 768	2.91%	+0.06%
1440 x 900	0.04%	-0.03%
1600 x 900	0.08%	+0.01%
1680 x 1050	0.56%	+0.03%
1920 x 1200	1.30%	+0.07%
1920 x 1080	57.32%	+1.50%
2500 x 1440	19.71%	-2.02%
2500 x 1080	0.88%	+0.07%
2560 x 1600	4.26%	-0.04%
2680 x 1800	0.36%	+0.01%
3440 x 1440	2.45%	+0.23%
3840 x 2160	3.89%	+0.21%
5120 x 1440	0.32%	+0.04%
Other	2.64%	-0.10%

Рисунок 1 – Щомісячні опитування Steam Hardware

Аналіз даних показує, що основна тенденція на ринку моніторів серед гравців на Steam зосереджена на роздільній здатності Full HD, яка залишається популярною завдяки доступності та збалансованим характеристикам. Зростання популярності високих роздільних здатностей, таких як 4K та Ultra-Wide, свідчить про поступовий перехід користувачів до більш продуктивного обладнання. Зважаючи на постійне зростання роздільної здатності, очікується, що найближчим часом більша частина користувачів почне переходити на більш прогресивні екрани, зокрема з роздільною здатністю 4K та Ultra-Wide.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Романюк, О. Н. Комп'ютерна графіка [Електронний ресурс] : електронний навч. посіб. / О.Н. Романюк, О. В. Романюк, Р. Ю. Чехмєструк. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 147 с.
2. Романюк О. Н. Вимоги до побудови систем рендерингу [Текст] / О. Н. Романюк, О. В. Романюк // Електронні інформаційні ресурси: створення, використання, доступ : збірник матеріалів Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. – Суми/Вінниця : НІКО/ВНТУ, 2019. – С. 303- 305.
3. Aspect Ratio. Understanding aspect ratios [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: <https://support.squarespace.com/hc/en-us/articles/115008538927-Understanding-aspect-ratios>
4. Steam. Steam Hardware & Software Survey [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: <https://store.steampowered.com/hwsurvey/Steam-Hardware-Software-Survey-Welcome-to-Steam>
5. Steam. Офіційний сайт платформи [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу: <https://store.steampowered.com/>

**ЗАВАЛЬНЮК, С. К.,  
РОМАНЮК, О. Н.,**

**Вінницький національний технічний університет,**

## АНАЛІЗ ВИМОГ ДО ГРАФІЧНИХ МОВ ПРОГРАМУВАННЯ

*Анотація: У роботі розглянуто основні вимоги до графічних мов програмування. Проведено аналіз особливостей використання візуального програмування та програмування на основі написання коду. Проаналізовано відомі графічні мови, засоби візуального програмування, що використовуються у галузі комп'ютерної графіки. Здійснено аналіз їх необхідних характеристик.*

*Ключові слова: графічні мови програмування, візуальне програмування, вимоги до графічних мов.*

Стандартним підходом в інформатиці до формування коду, зокрема, у комп'ютерній графіці, є його написання у текстовому виді. Застосування спеціальних шейдерних мов (GLSL, HLSL, RSL, Gelato) [1-3] дозволяє контролювати кожен етап графічного конвеєра для рендерингу тривимірної сцени [4-5]. Іншим підходом є застосування засобів візуального програмування.

Графічні (візуальні) мови програмування [6] полягають у оперуванні користувачем графічними елементами на екрані для створення програми замість текстового написання коду.

Перевагами графічного програмування [6] є більш легке вивчення, більша доступність розробки програм, використання принципу «що бачиш, те й отримуєш», відсутність необхідності наявності експертних програмних навичок, пришвидшення розробки програмного продукту, використання людиноцентричного підходу до розробки програмного забезпечення.

Відомим прикладом графічного програмування є використання засобів Visual Basic для модифікації коду на основі перетягування різних візуальних елементів, як кнопки, зображення, панелі. Іншими прикладами є використання графічних програмних мов Visual Logic, Raptor [7] для генерації та виконання коду на основі побудованих блок-схем алгоритмів.

У галузі комп'ютерної графіки мовою графічного програмування може вважатись редактор вузлів Blender [8]. Поєднання вузлів різного типу дозволяє описати особливості візуалізації тривимірного об'єкта без прямого написання програмного коду. Основні типи вузлів включають шейдерні вузли, геометричні вузли, композитні вузли. Шейдерні вузли застосовуються для опису матеріалу поверхні. Прикладами шейдерних вузлів є Principled BSDF, Diffuse BSDF, Specular BSDF, Hair BSDF (відповідно моделі відбиття світла [9] від поверхонь загального типу, дифузного типу, спекулярного типу, волосся), вузол яскравості/контрасту, вузли текстур шуму, хвиль, цегли. Геометричні вузли використовуються для управління побудовою геометричної моделі сцени. До типів геометричних вузлів належать вузли атрибутів, власне геометричні вузли, вузли кривих, полігональних моделей, точок, об'ємів. Композитні вузли використовуються для редагування тривимірних сцен. Прикладами композитних вузлів є вузли антиаліазингу, фільтру розмиття, усунення шуму, обертання, масштабування, нормалей.

У галузях комп'ютерної графіки та геймдизайну іншим прикладом є графічна мова Blueprint [10] ігрового двигуна Unreal Engine. Мова базується на використанні вузлового інтерфейсу та використовується для створення елементів гри. Застосовується граф подій і дій (event graph). До типових подій належать зіткнення об'єктів, натиск кнопки миші, початок і кінець гри. Дії