

ІСТОРИЯ РОЗВИТКУ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР: ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ КАРТОГРАФІЇ

У статті викладено історію виникнення і розвитку відеоігор від перших з виведенням зображення на екран до сучасних тривимірних з реалістичним відтворенням території і моделюванням фізичних процесів. Описано особливості реалізації тривимірної графіки в іграх. Зроблено висновки про вплив ігор на стан сучасного програмного і апаратного забезпечення, а також розвиток професійної тривимірної графіки.

Вступ. Сучасні комп'ютерні ігри дуже якісно відтворюють природні ландшафти і забудовані території. Є можливість імітувати туман і дощ, бризки і потоки води, коливання трави і дерев під дією вітру, горіння і вибухи (рис. 1), а розраховувати освітлення, тіні, просторову перспективу, візуалізувати текстуровані тривимірні об'єкти можна було ще на початку цього століття. Не в кожній програмі тривимірного моделювання можна реалізувати такі ефекти, а за допомогою ГІС і програм для ландшафтного дизайну можна створити відверто низькоякісні тривимірні моделі (рис. 2).



Рис. 1 – Зображення, яке генерує гра Crysis [9]



Рис. 2. Зображення тривимірної моделі території, виготовлене в ArcGIS

Аналіз останніх публікацій на цю тему. Постановка проблеми. В Мережі є певна кількість статей, які викладають розвиток ігрової графіки [21-23, 27, 28], але вони є дуже стислими і стосуються тільки певного жанру. Інша частина публікацій присвячена розвитку апаратного забезпечення, але теж є досить короткими [12, 18, 26]. Тим не менше, повинен існувати вплив і взаємозв'язок між такими великими галузями виробництва, як тривимірна графіка і розробка комп'ютерних ігор. **Метою** цієї статті є прослідкувати вплив комп'ютерних ігор на розвиток апаратного і програмного забезпечення, яке використовується для виготовлення тривимірних моделей територій, а також на доступність апаратного забезпечення для картографії.

Терміни й визначення. *Комп'ютерна гра* – це програма, яка призначена для організації ігрового процесу, зв'язку з партнерами по грі або сама виступає в ролі партнера.

Перша особа, гра від першої особи – гравець спостерігає за ігровим простором з очей персонажа і асоціює себе з ним [14].

Третя особа, гра від третьої особи – гравець бачить ігровий простір і спину персонажа та керує останнім [14].

Аркада – гра з примітивним ігровим процесом, в якій потрібно швидко реагувати на зміну умов гри (гонки) або пройти рівень за найкоротший час (Pac-Man, Digger Battle City) [14].

Симулятор – гра, яка моделює керування певним транспортним засобом або апаратом. Цей жанр поділяється на симулятори автомобілів (FIA GTR2, Live for Speed), наземних бойових апаратів (M1 Abrams), космічних кораблів (Wing Commander), літаків (X-Plane, Microsoft Flight Simulator) тощо.

Стратегія – гра, спрямована на досягнення цілей у бойових операціях. Гравець на початку володіє ресурсом (солдатами чи підприємством), розробляє оперативний план і реалізує його із врахуванням змін ситуації.

Сучасні стратегії поєднують економічну і військову складові частини. Це WarCraft 3, StarCraft, Command & Conquer.

Екшен (від англ. "action" – дія) жанр комп'ютерних ігор, в яких успіх гравця залежить від швидкості реакції і вміння приймати правильні рішення. Основним засобом прогресу є зброя [14]. В *стелз-екшені* гравцю потрібно непомітно рухатись, ховатись, приховано нищити ворогів і уникати виявлення (Castle Wolfenstein, Metal Gear, Thief: The Dark Project).

Квест або пригода (від англ. *quest* – загадка або *adventure* – пригода) – гра, яка ґрунтується на переміщенні по території (наприклад, лабіринті або печері) і вирішенні інтелектуальних загадок, в тому числі за допомогою використання предметів, діалогів, маніпуляцій з механізмами тощо. Деякі задачі вирішуються в реальному часі. Це Colossal Cave Adventure, Space Quest, King's Quest, Police Quest, Zork і Spellcasting.

Рольова гра (від англ. Role-playing Game: RPG) – герой за допомогою предметів виконує завдання у віртуальному світі і бореться з ворогами. За виконанні завдання він здобуває додаткові предмети і покращує характеристики персонажа. Як правило, передбачено кілька шляхів виконання завдань (діалог, торгівля, силовий варіант) [14].

Багатокористувачка рольова онлайн-гра (від англ. Massively Multiplayer Online Role-playing Game: MMORPG). В ній кілька користувачів взаємодіють між собою у віртуальному світі. Фізично гра розміщена на окремому сервері і може функціонувати без окремих гравців на час їх відсутності. Гравець знищує ворогів, взаємодіє з іншими гравцями, створює внутрішні об'єднання. Це Anarchy Online, Another World Online, DarkSwords, Heroes Of War And Money, Lineage II [15].

Текстова онлайн рольова гра (від англ. Multi-User Dungeon, Multi-User Domain або ж Multi-User Dimension: MUD – відповідно підземелля, маєток чи простір для кількох користувачів) жанр ігор, в яких замість графічного наповнення простір описується текстом, а взаємодія з гравцями відбувається за допомогою текстових команд. Це Scepter of Goth, Swords of Chaos и Mordor, Guild Wars. Їх двовимірні графічні аналоги називались Neverwinter Nights, The Shadow of Yserbius, The Kingdom of the Winds.

Шутер (від англ. shooter – стрілок) – гравець може рухатись по обмеженій території або лабіринту, в якому розміщені вороги та союзники (можливо інші учасники) і нейтральні персонажі. Він знищує ворогів за допомогою різноманітної зброї і головною задачею є дійти до кінця рівня (Call of Duty, Wolfenstein 3D, Doom, Heretic) [14].

Можна виділити також інші жанри ігор, де графіка не є визначальною – логічні (судоку), настільні (карти, шахи), музикальні тощо.

Виклад матеріалу дослідження. Розвиток засобів для ігор розпочався із виникненням самої людини. Комп'ютерним іграм передували настільні,

механічні, електронні і відеоігри, а зараз комп'ютерні вважаються частиною відеоігор. Тільки останні можуть відтворювати тривимірне зображення, тому дослідження слід почати саме з них.

Ігри з текстовою і двовимірною графікою. Перша відеогра була симулятором ракети (програмний код написаний в 1942, а в 1948 році виданий патент) [17]. Зображення ігрового інтерфейсу не збереглося.

В 1951 р. створено комп'ютер Nimrod (на основі Марк 1) для гри в Нім. В класичній нім 2 гравця по черзі беруть предмети, розкладені на кілька кучок. За один хід можна взяти будь-яку кількість предметів (більше 0) з одної кучі. Виграє той гравець, який бере останній предмет [13]. Nimrod складався з 480 однакових електронних ламп – подвійних тріодів, з яких 350 реалізували логіку, а решта призначались для заміни тих, які вийшли з ладу. 120 реле керувало дисплеєм, а кілька германієвих діодів виконували логічну операцію АБО [13].

В 1952 р. написано гру, яка називалась "OXO" – програмну реалізацію хрестиків-нуликів, яка працювала на EDSAC. Останнє розшифровується як Electronic Delay Storage Automatic Computer (електронна обчислювальна машина із збереженням шляхом затримання), вперше створена в 1949 році в Кембриджському університеті [13].

Ця гра вважається першою у світі грою з цифровим графічним інтерфейсом. Комп'ютер виводив інформацію на круглу електронно-променеву трубку. Людина грала проти комп'ютера, виставляючи хрестик або нуль в потрібну клітинку за допомогою дискового номеронабирача (як у старих телефонів). Символ і черговість ходу вибирались гравцем до початку гри. Не дивлячись на обмеження довжини вихідного коду, які накладав комп'ютер, гра мала достатньо хороший штучний інтелект [13].

Тогочасні дисплеї не мали буфера кадрів, тому комп'ютер зациклювався, щоб відображати інформацію. Введення нових даних виводило його з циклу, програма виконувалась і знову зациклювалась, щоб відобразити нову інформацію.

В 1958 р. створено першу багатокористувацьку гру "Tennis for two" для розваги відвідувачів Брукгейнвенської національної лабораторії (США) [4, 5]. На екрані осцилографа зображувався у вертикальному розрізі тенісний корт з сіткою і м'яч (рис. 3). Два гравці за допомогою ігрового пульта з коліщатком переміщали уявну ракетку, щоб відбити і перекинути м'яч через сітку (гравці і ракетки не зображувались). Гра працювала на аналоговому комп'ютері (АВМ) [13].

Цифрова техніка 1940-50-х років нечасто оснащувалась дисплеями, тому виводила результати обчислень на матеріальний носій (папір). Використати цифрову ЕОМ для інтерактивних відеоігор в режимі реального часу було проблематично. Головною відмінністю аналогового комп'ютера від цифрового є представлення числових даних за допомогою

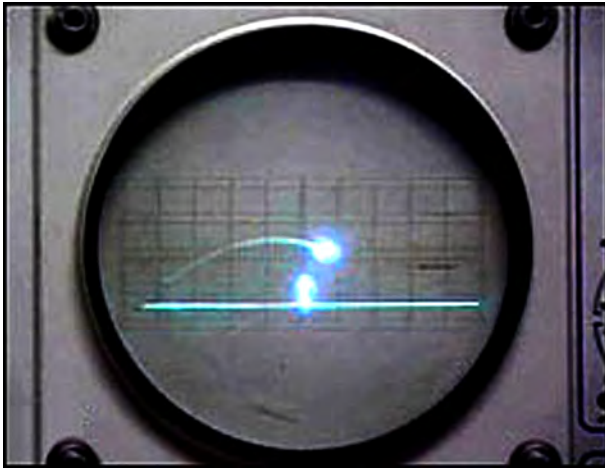


Рис. 3. Зображення гри Tennis for two [13]

аналогових фізичних змінних – напруги (найчастіше), струму, швидкості чи тиску. Такий комп'ютер може виконувати 4 основних арифметичних операцій, а також диференціювання, інтегрування та інвертування. Наприклад, ділення можна реалізувати за допомогою подільника напруги на двох резисторах. Результат роботи аналогового комп'ютера рисується як графік на папері або виводиться на екран осцилографа.

Після двох років роботи гра була розібрана, а її обладнання використовувалось для інших потреб лабораторії. Автор Уільям Хігінботам не надавав важливості своєму винаходу і не запатентував його.

В 1960 компанією Digital Equipment Corporation було випущено перший комп'ютер серії PDP. В 1962 в Масачусетському технологічному університеті для нього була розроблена гра Spacewar (повна назва: Spacewar and John's Great Adventure – Космічна війна і велика пригода Джона). Суть її проста: два маленьких корабля могли рухатись по екрану і обстрілювали один одного (рис. 4). Процесор PDP виконував 100000 операцій за секунду, а оперативна пам'ять складала 9 Кбайт. На круглий катодний дисплей виводилась карта бойових дій – фрагмент нічного неба, який копіював розташування зірок над Кембриджем (рис. 5). Два гравця за допомогою клавіатури і джойстика могли рухати ракети і стріляти. Боекомплект і кількість палива були обмежені. Щоб уникнути влучання, можна було обернутись навколо зірки в центрі карти, використовуючи її гравітацію. Всього таких комп'ютерів було продано тільки 50 [22], а кількість копій гри була ще меншою. Однак Spacewar стала першою комерційною грою [20].

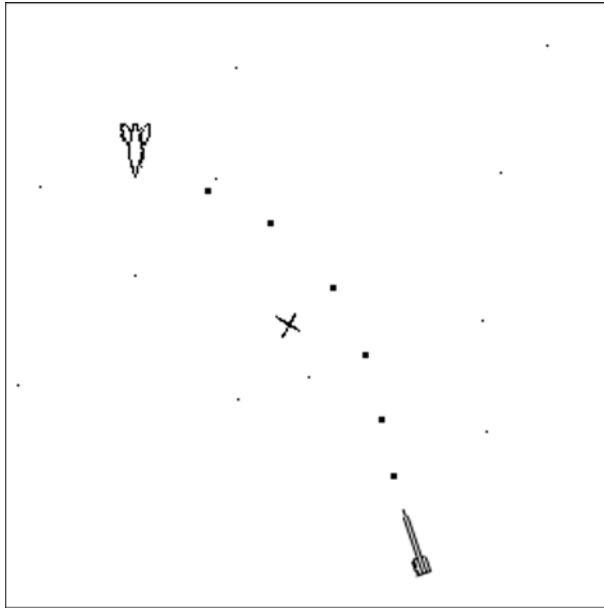


Рис. 4. Зображення гри Spacewar [13]



Рис. 5. Комп'ютер PDP з грою Spacewar [13]

В 1967р. Ральф Баер створив логіку гри Пінг-понг на основі дискретних компонентів і в 1972 р. була випущена перша ігрова консоль Magnavox Odyssey (рис. 6). Цю приставку можна було використовувати для гри в волейбол, футбол і пінг-понг. Вони відрізнялись лише траєкторією руху м'яча. Приставка не містила не тільки мікропроцесора, але і мікросхем, а



Рис. 6. Перша ігрова консоль Magnavox Odyssey [18]

була реалізована на транзисторно-діодній логіці (40 транзисторів і стільки ж діодів). Хоча для виведення на екран і використовувалась аналогова схема, ядро синтезу гри було цифровим. Для перемикання між іграми служили картриджі, в яких не було електронних компонентів, а лише перемички між виводами. Вони з'єднували різні генератори сигналів всередині консолі для створення зображення на екрані. Приставка виводила на екран 3 точки, положенням двох керували гравці, а одна була м'ячем. Також виводилась вертикальна риска посередині. Приставка продавалась разом з прозорими пластиковими накладками на екран для імітації кольорової графіки. Керування здійснювалось за допомогою двох маніпуляторів. Звук був відсутнім [13].

В 1975 році вийшла Colossal Cave Adventure (Adventure або ADVENT). Гра мала текстовий інтерфейс (за допомогою тексту описувалась ситуація, в яку потрапляв гравець-мандрівник, рис 7). Команди вводились як речення англійською мовою, що викликало зміну текстового опису ситуації [13].

Mystery House стала першим графічним квестом (1980, платформа Apple II). Персонаж гри потрапляє в будинок, де крім нього є ще 7 мешканців, які починають гинути один за одним. Гравцю потрібно знайти вбивцю і заховані скарби. Для керування персонажем вводилися текстові команди, тобто графіка не була інтерактивною, але результати дій відображались на екрані як білі статичні векторні рисунки (рис. 8) [13].

В 1981 році випущено Castle Wolfenstein (не плутати з Wolfenstein 3D). Гравець рухався по двовимірному лабіринту, мав знищити ворогів і знайти план виходу з фортеці (рис. 9).

Каркасні Ігри. В 70-і роки програмісти вже працювали з векторною графікою і за допомогою точок та ліній можна було створити ефекти тривимірності. Їх координати розраховувались так, щоб у користувача складалось враження руху у тривимірному просторі. Трансформування координат було покладено на центральний процесор. Крім того, існувала

```
.RUN ADV11

WELCOME TO ADVENTURE!!  WOULD YOU LIKE INSTRUCTIONS?

YES
SOMEWHERE NEARBY IS COLOSSAL CAVE, WHERE OTHERS HAVE FOUND
FORTUNES IN TREASURE AND GOLD, THOUGH IT IS RUMORED
THAT SOME WHO ENTER ARE NEVER SEEN AGAIN.  MAGIC IS SAID
TO WORK IN THE CAVE.  I WILL BE YOUR EYES AND HANDS.  DIRECT
ME WITH COMMANDS OF 1 OR 2 WORDS.
(ERRORS, SUGGESTIONS, COMPLAINTS TO CROWTHER)
(IF STUCK TYPE HELP FOR SOME HINTS)

YOU ARE STANDING AT THE END OF A ROAD BEFORE A SMALL BRICK
BUILDING .  AROUND YOU IS A FOREST.  A SMALL
STREAM FLOWS OUT OF THE BUILDING AND DOWN A GULLY.

GO IN
YOU ARE INSIDE A BUILDING, A WELL HOUSE FOR A LARGE SPRING.

THERE ARE SOME KEYS ON THE GROUND HERE.

THERE IS A SHINY BRASS LAMP NEARBY.

THERE IS FOOD HERE.

THERE IS A BOTTLE OF WATER HERE.
```

Рис. 7. Текстовий інтерфейс гри Colossal Cave Adventure [13]

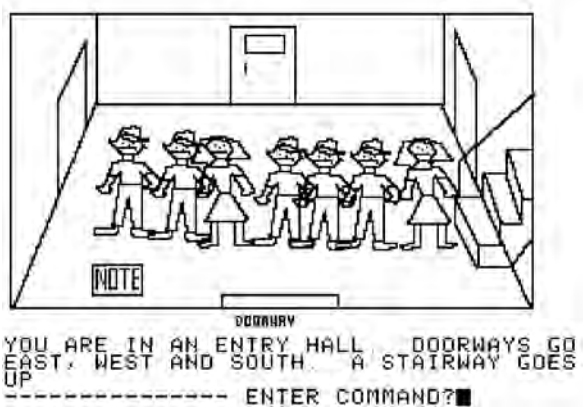


Рис. 8. Графічний інтерфейс Mystery House [13]

можливість програмувати гру як двовимірну, яка працюватиме з екранними координатами, без внутрішнього представлення її як тривимірних з подальшою трансформацією в екранні.

Maze War і Spasim були першими іграми з каркасною тривимірною графікою. Maze War (1973 р., платформа PDS-1) вже працював на з'єднаних

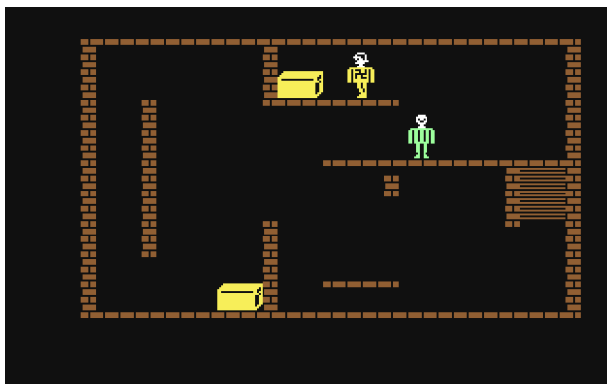


Рис. 9. Графічний інтерфейс Castle Wolfenstein [13]

комп'ютерах, а з 1977 – з мережами. Його ідея була такою: гравці керували моделями очних яблук, які рухались по рівню, стріляючи одне в одного. Саме в цій грі з'явилась міні-карта, оскільки орієнтуватись в лабіринті, візуалізованому з ребер, було складно. Рух здійснювався дискретними кроками, як в шахах. Можна було підглядати за опонентом з-за кута, а застрелити тільки тоді, коли він дивився в іншу сторону. Екран комп'ютера був орієнтований вертикально (рис. 10) [28].

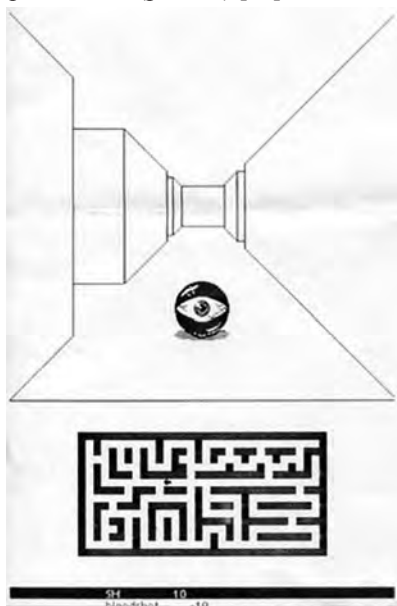


Рис. 10. Видгляд гри Maze War [13]

Spasim (1974) – тривимірна онлайн-аркада, космічний симулятор, розрахований на 32 гравця. Планети і кораблі відображались сіткою ліній (рис. 11).

В 80-і роки виникають ігрові автомати. Кожний з них був призначений для окремої гри і на нього не можна було завантажити довільну (наприклад, шляхом перепрограмування) без заміни друкованої плати [21]. Одною з найбільш поширених була Battlezone (1980), яка з'явилася завдяки замовленню армії США на тренажер для стрільків бронемашини "Бредлі". З комерційною метою було вирішено випустити також ігровий автомат зі схожими функціями. Екран був монохромним, графіка векторною без заливки граней (рис. 12). Суть гри: керуючи двома джойстиком, можна було рухатись по рівнині, позначеній лінією горизонту і далекими горами та стріляти у ворожі танки [28].

Ігри для автоматів мали бути простими з точки зору програмування і розроблення. Вартість мікросхем також обмежувала довжину програмного коду гри. Роздільна здатність типового аркадного автомата складала 262-315 ліній. Пристроями керування були джойстики, кнопки, трекболи або рульове колесо і педалі. Сучасні ігрові автомати орієнтовані на багатокористувацьку гру і обладнання, недоступне в домашніх умовах (тир) [13].

В 1982 р. вийшла гра для завантаження на домашніх комп'ютерах Monster Maze (платформа ZX81). Написана мові BASIC, вона виводила зображення з роздільною здатністю 25×24 квадратні символи. Рух і повороти були дискретні. Звук відсутній. Суть гри – тікати від динозавра по лабіринту, генерованого випадковим чином (рис. 13) [28].

В 1982 р. вийшла гра 3-demon (MS-DOS), тривимірний аналог GobMan (Pacman). Гравець рухався по тривимірному лабіринту, підбираючи (з'їдаючи) прямокутники, які лежали на підлозі і намагався уникнути зустрічі з червоними привидами, які можуть з'їсти гравця (рис. 14). Підібравши особливий прямокутник, червоні привиди перетворювались на зелених і їх можна було знищити. Мультиплеєра не було [29].

1983 р на ZX Spectrum вийшла бойова гра 3D Deathchase. В ній дерева різних розмірів імітували ліс, через який гравець їхав на мотоциклі. В якості мішеней були 2 інші мотоцикли – синій і жовтий (рис. 15). Вона була випущена і на Sony PlayStation [13].

В 1984 році випущено Elite – космічний симулятор з елементами економічної стратегії для комп'ютерів BBC Micro і Acorn Electron. Її програмний код займав 22 Кбайт. Суть гри полягала в перевезенні вантажів і участі в космічних битвах (рис. 16). Використання генератора псевдовипадкових чисел дозволили створити насичений і різноманітний ігровий простір [13].

В 1987 р. вийшла гра Driller – симулятор інопланетного добувача



Рис. 11. Графічний інтерфейс Spasim [24]

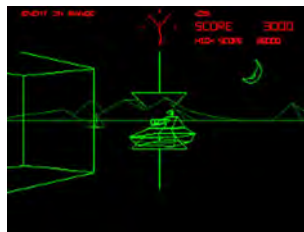


Рис. 12. Інтерфейс Battlezone [13]



Рис. 13. Графічний інтерфейс Monster Maze [2]

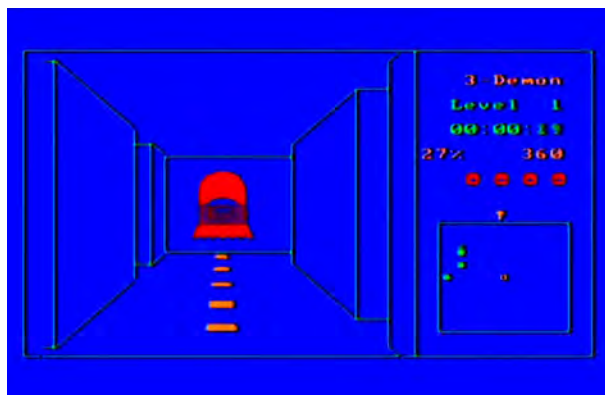


Рис. 14. Графічний інтерфейс гри 3-demon [29]

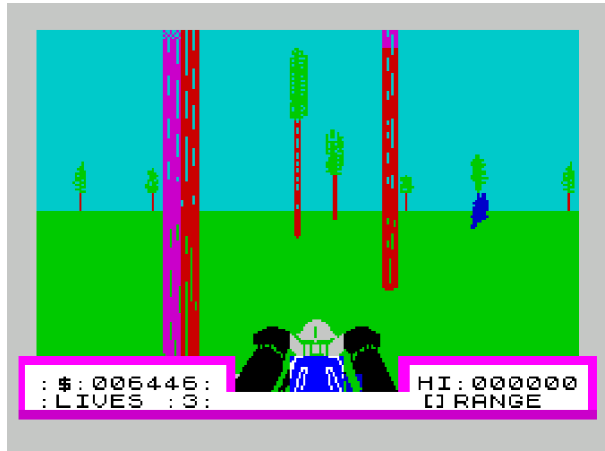


Рис. 15. Графічний інтерфейс 3D Deathchase [13]

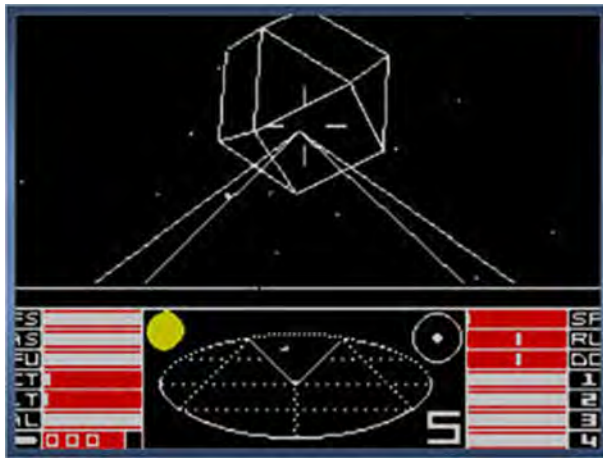


Рис. 16. Гра Elite [13]

руди (платформи Ommodore 64, ZX Spectrum, Amstrad CPC, Atari ST, Commodore Amiga і IBM PC) [16]. Ігровий процес полягав у розміщенні бурильних установок. Гра вже використовувала зафарбовані полігони [28].

Ігри в аксонометричних проекціях. Доки кількість ігор була невеликою, їх якість на рівні Tetris і PacMan не була перешкодою: дефіцит на ринку дозволяв ігнорувати слабе візуального оформлення. Однак з розширенням кола потенційних користувачів сформувався стійкий попит, а разом з ним виникла конкуренція. Сам факт випуску гри перестав

гарантувати її успіх, тому в командах розробників почали з'являтися дизайнери, які вимагали від програмістів більш якісної графіки. Першими спробами домогтися ілюзії тривимірності за умов використання растрової графіки став відхід від вертикального і горизонтального планів і пошук нових проекцій.

Першою грою, яка використовувала ізометричний графічний движок, прийнято вважати *Zaxxon*, випущений компанією Sega у 1982 р. Літак рухався над ворожими укріпленнями і нищив усе на своєму шляху. Гра мала великий успіх і була перенесена на кілька платформ. Перевагою стала саме ілюзія тривимірності. Рух об'єктів був обмежений двома вимірами, положення камери фіксоване, кут аксонометричної проекції визначено так, щоб не заважати огляду (рис. 17).

Був ще один спосіб емуляції "третього виміру" в ізометричних движках. В стратегіях (*UFO: Enemy Unknown*, 1993) крім стандартних ізометричних шарів було додано вертикальні рівні. Одночасно був доступний тільки один рівень і переходи між ними здійснювались дискретно. Але камера залишалася фіксованою, оскільки поворот означав би необхідність перерахунку пропорцій всіх спрайтів, що було неможливо для 386 IBM [1].

Розвиток спрайтової технології. Спрайт (від англ. *sprite* – фея, ельф) – об'єкт в комп'ютерній графіці, статичне або анімоване растрове зображення, яке може рухатись і масштабуватись на екрані [13]. Фактично це проекція певного об'ємного тіла, для відтворення якого засобами тривимірної полігональної графіки не вистачало ресурсів на певному етапі розвитку комп'ютерних технологій. Спрайти масштабуються залежно від відстані до них в просторі гри, що забезпечує ефект присутності. В залежності від математичного апарату гри спостереження спрайта під невідповідним кутом призводить до таких спотворень:

- *ефект портрета.* Спрайтовий об'єкт постійно візуалізується перпендикулярно до камери (персонаж повертається до спостерігача, який рухається навколо). Для усунення цього ефекту використовуються набори спрайтів, які підміняють один одного, але цей перехід теж помітний.

- *ефект площини.* Спрайт не повертається і виглядає пласким під час зміни кута спостереження [13].

Спрайтова технологія характерна для так званих 2,5-вимірних ігор. Сам простір гри тривимірний, але моделі ігрових об'єктів (будівель, рослин, персонажів) є пласкими. В сучасних тривимірних іграх спрайти використовуються для відображення віддалених об'єктів або їх великої кількості. Здійснюється це для економії обчислювальних ресурсів: моделювання тривимірного дерева з тисячами листків – досить ресурсоемна задача, а моделювання цілого лісу – непосильна навіть для сучасних комп'ютерів.



Рис. 17. Гра Zaxxon [13]

Може бути і навпаки: простір гри є двовимірним, а персонажі – тривимірними. Це типово для квестів і дозволяє сумістити високоякісний двовимірний мальований фон з рухомими персонажами [13].

Відеокарти того часу отримували інформацію від процесора про колір пікселів, зберігали її у кадровому буфері (256 Кбайт – 1МБайт) і перетворювали в аналоговий сигнал для моніторів. З появою графічного інтерфейсу Windows відеокарти вже прискорювали прорисовку вікон, курсора і іншої двовимірної графіки. Об'єм пам'яті збільшився до 4 МБайт.

Hovertank 3D (1991, MS-DOS) вважається першим 2,5-вимірним шутером від першої особи [13]. Гравець керує танком і рухається по кольоровому (всього 16 кольорів, 4-бітовий режим), візуально тривимірному лабіринту, який візуалізується по технології Raycasting. Простір сканується послідовно, по стовпчиках пікселів (вертикально) і движок прорисовує спрайти і однотонний (в інших іграх текстурований) каркас з урахуванням віддалі від камери. Рух безперервний у будь-якому напрямку (на відміну від дискретного в інших іграх). В лабіринті розміщені вороги, яких потрібно відстрілювати (рис. 18).

В тому ж році вийшла Ultima Underworld (DOS) – перша рольова гра від першої особи. Вона містила відносно якісну тривимірну графіку, текстури для підлоги і стелі, похилі поверхні і сходинки [28]. Движок візуалізації потребував більше ресурсів, ніж, наприклад, для Wolfenstein, але комп'ютер встигав прорисовувати зображення, оскільки воно займало лише частину екрану (рис. 19). В тому році визначною подією став вихід SVGA-відеоадаптерів з роздільною здатністю 800×600 і 24-бітною кольоровою палітрою [19].

В листопаді 1991 р. вийшла гра Catacomb 3d (MS-DOS). Суть гри полягала в русі по підземеллю і знищенні монстрів шляхом заклинань; тип зброї був один – вогняна куля [13]. У грі наявні текстуровані стіни, але кількість кольорів залишалась рівною 16 [28]. Спосіб накладення і візуалізації текстур був взятий з Ultima Underworld (Raycasting). Особливістю гри була присутність у вікні руки гравця, накладеної поверх тривимірної картинки, що пізніше стало традиційним для ігор цього жанру. Для її завантаження вимагалось 640 Кбайт оперативної пам'яті. Через деякий час вийшла дуже схожа гра Catacomb Abyss (рис. 20).

В 1992 році випущено Wolfenstein 3D (рис. 21). Вона вже підтримувала 256 кольорів (8-бітовий режим). Ця гра швидко працювала навіть на слабких комп'ютерах, оскільки підлога та стеля були однотонними і фактично не потребували ресурсів [28]. Ефектів освітлення не було. Типовий для того часу комп'ютер – IBM 286 і 386, ОЗУ 640 Кбайт. З появою процесорів IBM-386 програми могли використовувати захищений режим з можливістю доступу до об'єму, більшого за 640 Кбайт.

В 1993 і 1995 вийшли продовження гри Elite: Frontier: Elite 2 і Frontier: First Encounters (Elite 3). Вони використовували замість каркасної графіки поверхні [13].

Дві найвідоміші комп'ютерні ігри – Doom 1 і 2. Компанія ID Software випустила їх з невеликим розривом в 1993 р. і копій Doom 2 в 1994 році було продано більше 1,8 млн. [13]. В них введені ефекти освітлення, текстури стелі і підлоги, ускладнений ландшафт з різними висотами (рис. 22). Але багатоповерховість ще не була доступна. Похилих поверхонь теж не було. Спрайти персонажів виготовлялись оцифрованою з матеріальних глиняних моделей. Гра вже вимагала 4 Мб оперативної пам'яті і 386-й процесор. Друга частина гри Doom II: Hell on Earth вийшла в кінці 1994 р. Графіка покращилась в кількісному відношенні за рахунок збільшення потужності комп'ютера. На цьому ж движку створені ігри Heretic і Hexen.

Поява гри призвела до виникнення поняття "ігровий движок" [13]. До цього часу комп'ютери мали невисоку швидкість, натомість була велика кількість платформ і нестандартизована апаратна частина. Як наслідок, значна частина програмного коду переписувалась навіть під час портування на іншу платформу, а з попередньої гри в наступну



Рис. 18. Графічний інтерфейс Novotank 3D [5]



Рис. 19. Ultima Underworld [13]



Рис. 20. Catacomb Abyss [4]

переносилась мінімальна кількість коду. Doom і Quake від id Software стали настільки популярними, що інші розробники вирішили ліцензували частину програмного забезпечення, а власноруч створювати тільки графіку: персонажів і рівні. Движок Quake було використано більш ніж в 10 проєктах.

В 1995 р. створено Star Wars: Dark Forces для платформ PC, Apple Macintosh і Sony PlayStation. Власноруч розроблений движок гри допускав реалізацію багатоповерховості, серпанку і туману, а також одночасного використання спрайтових і полігональних об'єктів, погляду вгору і вниз. Тим не менше, екран сильно спотворювався, оскільки не було корекції перспективи. Движок складався з двох частин, одна з яких візуалізувала спрайти, а друга – полігональні об'єкти. Розробники приділили увагу і сюжету: в кожному рівні були завдання, наприклад пошук речей і встановлення вибухівки. З того часу сюжет став частиною ігор.

Повністю тривимірні ігри. Такою вважається комп'ютерна гра, візуальний простір якої цілком побудовано з тривимірних об'єктів [13]. Розвиток платформ для роботи з графікою (Amiga, Acorn) дозволяв використовувати текстуровані полігональні об'єкти, на прорисовку яких витрачається менше системних ресурсів, ніж на спрайти, поки кількість полігонів залишається невеликою (до сотні). Однак у 90-і роки ігрові об'єкти не можна було підміняти низькополігональними фігурами типу кубів чи ікосаєдрів, тому полігональні движки застосовувалися в тих жанрах, де кількість одночасно задіяних моделей була мінімальною. Це автосимулятори і авіасимулятори, де порожнє небо і пласка земля вимагали небагато граней.

Одним з найбільш вдалих проєктів стала гра Alone in the Dark, випущена компанією Interplay в 1992 році (рис. 23). Її движок органічно сполучав полігональні й растрові компоненти. Ігровим простором служив тривимірний будинок, плани якого частково були заздалегідь промальованими статичними спрайтами, а решта стін – динамічно масштабованими текстурами. Персонажі і предмети склалися повністю з полігонів, але кількість їх була невеликою (приблизно півсотні), тому об'єкти були угловатими. Alone in the Dark примітна й тим, що саме в ній були вперше застосовані камери, які автоматично вибирали ракурс. Проте кількість останніх була фіксованою [1].

В тому ж році розроблено стандарт OpenGL, спочатку для САПР, а вже з 1995 його використовували в іграх. Microsoft почала створювати власний Game SDK (програмоване середовище і набір низькорівневих інструкцій для розробників ігор), який пізніше назвуть DirectX.

В 1993 р. випущено Star Fox для ігрових консолей. Суть гри полягала в польоті на літаку і знищенні ворогів. Гра використовувала мікросхему SuperFX, вбудовану в картридж із грою. Моделі об'єктів склалися з



Рис. 21. Wolfenstein 3D [7]



Рис. 22. Doom 2 [13]

зафарбованих полігонів [19].

В 1996 році на OpenGL створено повністю полігональний движок для гри Quake, випущено першу її версію (рис. 24). Всі персонажі, зброя і деякі великі деталі інтер'єру були низькополігональними моделями. Незважаючи на необхідність серйозних обчислень, пов'язаних зі складною геометрією сцени, алгоритми її обслуговування (у першу чергу Z-buffer) були оптимізовані так, що гра завантажувалася не тільки на новітніх комп'ютерах. В вересні того ж року випущено Meridian 59 – повністю тривимірну онлайн-гру.

В Quake II (1997) була реалізована підтримка прискорювачів тривимірної графіки, які тільки почали з'являтися на ринку [23]. В кінці 90-х вже існували прискорювачі тривимірної графіки для програм

AutoCAD, 3DS Max (їх ще називали OpenGL-прискорювачі, наприклад фірми 3DLabs). Але вони були надзвичайно дорогі, тому їх для ігор не використовували.

Прискорювачі тривимірної графіки, розроблені спеціально для ігор (Voodoo фірми 3dfx) не були придатними для роботи в графічних програмах. В останніх основне навантаження складає прорисовка полігонів і трансформація координат, які здійснює процесор, а ігрові прискорювачі здійснювали тільки текстурування і освітлення. Тим не менше, можна було сумістити блок геометрії від професійних і блок текстурування і освітлення від ігрових прискорювачів. Це зробила компанія nVidia, а пізніше і ATI. Універсальні графічні карти, які містили 2D і 3D-ядро, витіснили професійні Matrox, 3DLabs та ігрові прискорювачі 3dfx, S3. Так почався процес уніфікації професійного та ігрового апаратного забезпечення.

Слід вказати ще один спосіб відображення тривимірних об'єктів – **воксельну графіку**. Кожний воксель має просторові координати і колір. Фактично це тривимірний піксель, з яких складаються об'єкти, як фігури з квадратної цегли. Движки на їх основі мали деякі переваги у порівнянні з полігональними, наприклад, досконалі алгоритми масштабування і згладжування. Для них не потрібний процес текстурування, але для візуалізації вимагається потужний геометричний блок у відеокарті. Тому гра погано працювала з тривимірними прискорювачами і 3D-відеокартами, в яких потужність блоків геометрії і текстурування збалансована. Це стало причиною поступової відмови від цієї технології [1].

Воксельна графіка використовується в іграх Rescue on Fractalus! (симулятор порятунку пілотів на отруєній планеті, 1985), Delta Force (рис. 25, 1998), квесті Blade Runner (1998) тощо.

В 1998 році виходить Unreal. Гра мала власний движок, який розроблявся впродовж трьох років і давала досить якісне зображення. Це перша гра, справжній знімок екрану якої було опубліковано на обкладинці журналу Game.EXE в поліграфічній якості [25]. Движок гри реалізував дзеркальні поверхні, фотореалістичне небо, мав варп-буфер, який дозволяв побачити частину карти з іншого місця. Недоліками движка була неякісна прорисовка замилених поверхонь.

Після 2002 року з'являються ігри, які використовують шейдери замість фіксованого графічного конвеєра, точніше відсутній конвеєр емулюється шейдерами. Шейдер – це програма, яка завантажується в пам'ять відеокарти і конфігурує її подальшу роботу. Це дозволяє фактично необмежено збільшувати продуктивність відеосистеми шляхом збільшення кількості ядер. Сучасні відеокарти мають їх більше 200. Відбиття у воді, освітлення кількома джерелами світла, хвилі на воді і м'які тіні – ці ефекти реалізують шейдери.



Рис. 23. Гра Alone in the Dark [8]



Рис. 24. Quake1

В 2004 році створено Doom 3, яка є рімейком гри Doom. В ній реалізовано суміщену візуалізацію освітленості і тіней. До цього часу освітленість об'єктів розраховувалась під час створення гри і була збережена в текстурах, а в Doom 3 більша частина джерел світла прораховується в режимі реального часу. Це дозволяє відкидати тіні навіть на рухомі об'єкти. Але м'які тіні не візуалізувались (рис. 26). Також доступна більша інтерактивність і взаємодія з ігровим світом, наприклад, використання терміналів [13].

Сучасні ігри досить детально і правдоподібно моделюють фізику реального світу. В Crysis (2007, рис. 1) відтворені реалістичні

характеристики зброї, наприклад віддача, штучний інтелект ворогів відповідає реальній поведінці військових, доступний рух на транспортних засобах. Можливе руйнування деяких предметів, дерева прогинаються під дією навантаження. Все це необов'язково використовувати для досягнення цілі, але дозволяє збагатити ігровий процес і зробити його правдоподібним. Тому системні вимоги гри на максимальних налаштуваннях перевершували можливості тогочасних комп'ютерів.

На сьогодні ігровий процес значно відрізняється від ігор 90-х років. Якщо перші ігри були розраховані на невисоку реакцію користувача (Flight Simulator, Doom 1 і 2, Catacomb 3D, Wolfenstein 3D), то сучасні ігри (Doom 3, Dead Space 1 і 2), поряд зі зростанням системних вимог до обладнання, вимагають і більшої тренованості гравця. Автор, не маючи майже ніякого ігрового досвіду (в 14 років грав у Doom 2, дійшов до 12 рівня – це приблизно 2 місяця часу по кілька годин щодня), зараз без проблем грав у Wolfenstein 3D і Doom 1, але серйозні проблеми виникали з Doom 3, Dead Space 1 і 2, Counter Strike. Для успішної боротьби із супротивниками потрібна висока швидкість реакції. Якщо персонажі старих ігор не кидаються на гравця відразу, то зараз автору не вдавалось швидко прицілитись і вистрілити: швидкість руху персонажів відповідає добре тренованим військовим фахівцям.

Другою рисою є ускладнення сюжету ігор. Doom 2 можна було пройти, використовуючи мінімум знань і 12 клавіш на клавіатурі. Суть гри заключалась в простому знищенні ворогів. В сучасних іграх цього замало. Потрібно не тільки користуватись всією клавіатурою і мишею, даючи команди, а і творчо мислити. Ігровий процес має багато завдань, які не стосуються основної мети, наприклад, ремонт дверей, реєстрацію після прибуття, обмін інформацією з іншими персонажами, вирішення логічних завдань. Автор в Doom 3 і Dead Space 2 так і не зміг дістатись до рівня з монстрами, зав'язнувши в "адміністративно-паперово-логічній" тяганині. Тобто сучасна гра передбачає досить високу "ігрову" підготовку користувача.

Площа карти ігрових світів виросла. В Mafia II (2010 р.) вона складає 7,8 кв. км. Введені дерева, будівлі, типові для вулиць об'єкти [13]. Відрізнити зображення, генероване грою від фотографії досить складно. Зараз суттєві покращення в ігровій графіці відбуваються кожні 2-3- роки.

Період з 1940 по 1970 характеризується невеликою кількістю ігор, створених для рідкісних на той час комп'ютерів. Ігри створювались на некомерційній основі для демонстрації можливостей обладнання.

В 70-і роки ЕОМ були дорогими, кількість вироблених комп'ютерів одної платформи складала 50-500, рідко більше і їх мали тільки великі організації. Графіка ігор була текстова і векторна без заливки граней, для імітації тривимірності використовувалась аксонометрія. Лінії і



Рис. 25 – Зображення ландшафту гри Delta Force [10]



Рис. 26. Зображення екрану Doom 3 [11]

текст прорисовувались так, щоб у гравця виникала ілюзія тривимірного простору. Лише деякі ігри були комерційними.

У 80-і роки відбувся перехід від текстових до повноцінних векторних і растрових зображень. З'явилися ігри із зафарбованими полігонами. Цей період характеризується різноманітністю платформ, для яких розроблювались ігри. Комп'ютери склались зі стандартних компонентів (мікросхем), тому траплялись платформи (Apple-1), зібрані невеликим колективом людей.

В 90-х роках кількість платформ різко зменшилась: залишилися 2 комп'ютерні платформи (IBM PC і Apple) і 3 ігрові консолі (Sony PlayStation, Microsoft X-Box і Nintendo Wii). Відбувся перехід від аксонометрії і каркасів до спрайтів і тривимірних полігональних моделей в ігровому

просторі. Почалося розроблення апаратного і програмного забезпечення спеціально для ігор, розпочалася уніфікація професійного та ігрового апаратного забезпечення.

З кінця 90-до сьогоднішнього часу відбувається покращення якості зображення, генерованого іграми. Графічна бібліотека Direct3D починає використовуватись в програмах для роботи з тривимірною графікою. На сьогодні швидкість роботи програм з движком Direct3D перевищує цей показник для OpenGL.

Висновки. Розвиток ігор можна визнати одним з найбільш демократичних. Кількість фактів фінансового стримування тої чи іншої гри або платформи відносно невелика в порівнянні з енергетикою, автомобілебудуванням, операційними системами або комерційним програмним забезпеченням. Цей факт сприяв досягненню іграми високої якості зображення і перетворенню їх на один з видів мистецтва, як то театр чи кінематограф (що визнано американським Національним фондом) [13]. В свою чергу якісні ігри залучили велику кількість геймерів, вклад яких не можна недооцінювати: кожен з них, придбавши комп'ютер, вніс свою частку у зниження ціни на них.

В часи 1985 по 1998 вартість відеокарти робочої станції для САПР складала близько 3000 дол. США, оскільки це обладнання продавалось в невеликій кількості. Графічні робочі станції SGI коштували від 5 до 70 тисяч доларів. Зростання кількості ігрових комп'ютерів призвело до уніфікації їх складових: однакові компоненти використовуються як для ігор, так і для професійної графіки. З метою охоплення всього ринку і отримання додаткових прибутків виробники комп'ютерного обладнання випускають окремо професійні та ігрові аналоги. Наприклад, професійна відеокарта серії Quadro або FirePro, серверна материнська плата з Bios 16 Мбіт, процесор Xeon або Opteron коштують в середньому в 10 раз більше за ігрові відеокарти GeForce чи Radeon, материнську плату Striker 2 Formula чи процесор Pentium чи Athlon. Але вони створені на основі незначного спрощення ігрових і продуктивність їх роботи майже не відрізняється.

Тому саме завдяки геймерам комп'ютер перетворився на доступний, а не екзотичний інструмент для наукових досліджень і повсякденної роботи.

Перспективи дослідження. Напрацювання в галузі розроблення ігор потрібно враховувати під час створення тривимірних картографічних зображень. Не варто створювати тривимірну модель місцевості, зображення якої відповідає рівню попереднього століття, а інтерактивні можливості повністю відсутні. На сьогодні наявні безкоштовні ігрові движки, до яких можна підключати моделі, виготовлені в редакторах тривимірної графіки. В результаті інтерактивна модель місцевості виводитиме якісне зображення і за її допомогою можна оглядати територію режимі реального

часу.

Рецензент – доктор географічних наук, професор В. О. Шевченко

Література

1. Анищенко Ю. Обманываются рады : история 3D-графики в компьютерных играх / Ю. Анищенко // Hard'n'soft. – 2004. – N 11. – С. 112-118.
2. Відео гри "3d Monster Maze" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.youtube.com/watch?v=nKvd0zPfBE4>.
3. Відео гри "Catacomb 3D" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.youtube.com/watch?v=KKYFNWxRY4s>.
4. Відео гри "Catacomb Abyss" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.youtube.com/watch?v=09-cTU85uW8>.
5. Відео гри "Hovertank 3D" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.youtube.com/watch?v=P7juV9zo5Tk>.
6. Відео гри "Microsoft Flight Simulator" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.youtube.com/watch?v=ICb9ZXiD3q4>.
7. Відео гри "Wolfenstein 3D" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.youtube.com/watch?v=Ura5DPHU5aA>.
8. Знімок екрану гри "Alone in the Dark" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gameguru.ru/screens/2776>.
9. Знімок екрану гри "Crysis" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.playground.ru/view.php?image=25979>.
10. Знімок екрану гри "Delta Force" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.playground.ru/view.php?image=26801>.
11. Знімок екрану гри "Doom 3" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://stopgame.ru/screenshots/doom_3/841.html#2.
12. Електронна стаття "История Voodoo" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://macolor.narod.ru/history/voodoo.htm>.
13. Електронна енциклопедія Wikipedia. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/>
14. Електронна стаття "Жанры компьютерных игр" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://gametraff.ru/publ>.
15. Електронна стаття "История жанра MMORPG" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://forum.igromania.ru/history_MMORPG.php.
16. Електронна стаття "История 3d в играх" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://rublender.net/category/nemnogo-o-3d/istoriya-3d>.
17. Електронна стаття "Компьютерная игра" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.softkb.com.ua/inf-52.html>.
18. Електронна стаття "Полная история игровых приставок"

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://forum.igromania.ru/showthread.php?t=107265&goto=nextoldest>.

19. Электронна статья "Прогресс компьютерной графики в играх 1991-2011 (часть 1 из 2)" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kanobu.ru/blog/id235520>.

20. Электронна статья "Самая первая в мире компьютерная игра" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://first-ever.ru/samaya-pervaya-kompyuternaya-igra.html>.

21. Электронна статья "Старые компьютерные игры – периоды развития" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.games9x.ru/history-games.php>.

22. Электронна статья "Статья об истории развития компьютерных игр" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.igrover.ru/node/503>.

23. Электронна статья "3D Игры" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.mir3d.ru/dictionary/26/3d_games.

24. Электронна статья "Spasim: The First 3D Massive Multiplayer Online Game" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.metacafe.com/watch/2179119/spasim_the_first_3d_massive_multiplayer_online_game.htm.

25. Электронна статья "Unreal 1" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://alexkos.ucoz.ua/news/unreal_1/2011-11-11-444.

26. Электронна статья "Voodoo 2 в вопросах и ответах" – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.hardline.ru/razdel-3/Voodoo_2.html.

27. Лев Симонов. История 3D-графики в PC-играх [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.comprice.ru/articles/index.php?TSID=2418>. 29.07.2006.

28. Тимур Хорев. История жанра: боевики от первого лица [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lki.ru/archive.php?Num=70>.

29. Характеристики гри 3-Demon. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://regiongame.ucoz.ru/search/3-Demon>.

А. В. Орещенко

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИГР: ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ КАРТОГРАФИИ

В статье изложена история создания и развития видеоигр начиная с первых из выведением изображения на экран до современных трехмерных реалистическим отображением территории и моделированием физических процессов. Описано особенности реализации трехмерной графики в играх. Сделаны выводы о влиянии игр на состояние современного программного и аппаратного обеспечения, а также на развитие профессиональной

трехмерной графики.

A. Oreshchenko

**THE HISTORY OF COMPUTER GAMES DEVELOPMENT:
SIGNIFICANCE FOR CARTOGRAPHY**

There are stated the history of videogame creating and developing beginning from the first using image viewing to modern 3D using territory realistic visualizing and physic process modeling in the article. There are described the peculiarities of 3D graphic realization in games. The conclusions are created about modern soft and hardware and also about professional 3D graphic development.

Надійшла до редакції 6 лютого 2012 р.