

УДК 528.952:644/645

Орещенко А. В.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ТРИВИМІРНОЇ ГРАФІКИ: ПРИЧИНИ СТАНОВЛЕННЯ І ЗАНЕПАДУ ФІРМ- ВИРОБНИКІВ

Здійснюється аналіз історії існування виробників програмного і апаратного забезпечення для роботи з тривимірною графікою. Визначаються причини занепаду компанії, зміни їх бізнес-моделей і відходу від випуску продукції. Вказується продуктивність візуалізації тогочасних апаратних засобів. Проводиться паралель із сучасними виробниками програмного забезпечення.

Ключові слова: відеокарта, тривимірне моделювання, візуалізація, продуктивність, історія, економічні умови.

Вступ. Історія розвитку комп'ютерної графіки і ЕОМ подібна до історії України: ознайомившись із нею, хочеться тільки плакати. Наприклад, перший 64-бітний центральний процесор було створено в 1961 році фірмою IBM [6], багатопроцесорність використовується з 1965 [7]. Але Intel представила свій 64-бітний процесор у 2001 році як велике досягнення, як і багатоядерний Intel Core2Duo. Технологія Autoconfig, розроблена для комп'ютерів Amiga, представлена IBM під назвою Plug&Play, а найбільш глючна ОС Windows є найпоширенішою.

Аналіз останніх публікацій на цю тему. В деяких статтях викладено історію випуску певного продукту, але аналіз економічних причин, які сприяли його становленню і занепаду не здійснюється

[1, 4, 5, 8, 9]. Головні дати комп'ютерної історії перевірялись за електронною енциклопедією «Вікіпедія» [10-14].

Постановка проблеми. Розвиток апаратного забезпечення для тривимірного моделювання є цікавим не стільки історичними фактами, скільки економічними передумовами прийняття тих чи інших рішень. На прикладі створення, розвитку і занепаду деяких фірм можна простежити управлінські помилки, що і призвели до повного їх зникнення.

Прикладів створення технологій, її використання, відмови від них і відродження останніх безліч: через деякий час здійснюється повернення до технологій, створених для іншої платформи кілька років тому. Але не може щось передове і економічно доцільне зникнути, якщо йому не допоможуть.

Мета статті – визначити помилки економічного характеру, які впливають на фінансовий стан фірми і призводять до їх банкрутства або зміни бізнес-моделі і відходу від випуску певного виду продукції.

Виклад матеріалу дослідження. У 80-х роках на робочих станціях лише двох компаній можна було працювати з тривимірною графікою. Це Sun і SGI (Silicon Graphics Inc.). На початку 90-х років минулого століття комп'ютером мрії для художників, військових, лікарів, науковців і технологів була робоча станція від Silicon Graphics. Починаючи з 1989 року на системах цієї компанії створювалася абсолютна більшість комп'ютерної графіки й анімації, а також візуалізація результатів наукових досліджень. Крім того, SGI виробляла високомасштабовані сервери, системи зберігання даних і суперкомп'ютери.

Історія виникнення Silicon Graphics Inc. стандартна і нагадує становлення інших великих компаній того часу в Силіконовій Долині: одна «маленька» людина – одна велика ідея. Звали його Джеймс Кларк. Ще в середині 70-х років він, будучи професором Стенфордського університету, разом з Марком Ханна почав розробляти процесор для роботи з тривимірною графікою. Уже в 1979 році була запатентована перша версія Geometry Engine – набір мікросхем, який виконував операції з даними тривимірної сцени в режимі реального часу: трансформування матриць, відтинання, об'єднання і масштабування.

У пошуках інвесторів для фінансування проекту й наступного

комерційного запуску Кларк звертався до таких компаній, як IBM, Apollo, Digital Equipment Corporation (DEC) і Hewlett-Packard, але не одержав підтримки і в 1980 році створив власну компанію. Завдяки публічній демонстрації можливостей Geometry Engine наприкінці 1981 року на виставці-конференції SIGGRAPH Джим Кларк отримав 20 мільйонів доларів інвестицій і разом із сімома колишніми студентами Стенфорду, серед яких був і Ханна, заснував компанію Silicon Graphics, що після реєстрації в 1982 році одержала приставку Incorporated.

У тому ж році в Силіконової Долині була заснована інша, конкуруюча компанія Sun Microsystems. Різниця між ними була лише в підході до ринку: у той час як Silicon Graphics витратила майже весь свій прибуток на дослідження, вважаючи технічний аспект найбільш важливим у своєму подальшому розвитку, Sun була більш прагматичною і акцентувала увагу на бізнес-стратегії.

Першим продуктом Silicon Graphics став графічний термінал IRIS 1000, який працював на операційній системі IRIX і коштував від 70 до 80 тисяч доларів (1983 р).

IRIX (назва утворена від словосполучення IRIS і UNIX) – операційна система, створена на основі UNIX. Завдяки ретельній оптимізації IRIX мала великий час роботи без необхідності перезавантаження, вбудовану бібліотеку IrisGL (IRIS Graphics Language) для графічних мікросхем SGI і працювала з багатопроцесорними системами. IRIX була першою UNIX-ОС із графічним інтерфейсом.

Свою назву – система з інтегрованим растровим зображенням (Integrated Raster Imaging System), IRIS 1000 отримала завдяки наявності буфера кадрів (відеопам'яті, яка зберігала зображення, що виводилось на екран з роздільною здатністю 1024×1024 пікселі), а також геометричного движка, який дозволяв обробляти дані з високою швидкістю. Але, незважаючи на наявність власного процесора Motorola 68000 і 2 Мб оперативної пам'яті, IRIS 1000 не була розрахована на автономну роботу, а підключалася до міні-ЕОМ компанії DEC.

Графічними терміналами машини IRIS залишались до появи моделі 3000, що стала останнім їх представником (рис. 1). Вона комплектувалася двома жорсткими дисками по 300 МБайт кожний, що на той час було дуже багато. У березні 1987 року створено модель



Рис. 1. Графічний термінал IRIS 3000

IRIS 4D – першу повноцінну графічну станцію.

Найбільшшвидка модель IRIS 4D/300 з 33 МГц процесором R3000 і 256 МБайт ОЗУ могла візуалізувати до 100 тисяч текстурованих трикутників за секунду, чого було достатньо для систем автоматизованого проектування й тривимірного моделювання (рис. 2). Існували також IRIS 4D серії Power (анонсовані в 1988 році), які були серверними версіями графічних станцій з кількістю процесорів 2, 4 і 8. IRIS 4D мала і відмінний дизайн: пластик для корпусу виготовлявся на власній фабриці Silicon Graphics, що займалася винятково виготовленням пластмаси.

Програмісти створили перші програми для нової платформи: Preview, Personal Visualizer, Data Visualiser та Advanced Visualizer, Composer, Kinemation, Dynamation компанії Wavefront Technologies; Alias/x, Studio, Power Animator і AutoStudio компанії Alias Research;



Рис. 2. Графічні можливості IRIS 4D

Creative Environment, EDDIE, Painterly Effects і Creative Toonz компанії Softimage. Системи SGI почали швидко завойовувати ринок.

Аналітики стверджували, що успіх компанії завдячував тим факторам, які у свій час зробили знаменитою компанію Apple: молодий, талановитий персонал, який прагнув працювати на компанію, свіжі ідеї, нетрадиційний погляд на світ. Всі ці фактори сприяли тому, що вже в 1988 році Silicon Graphics оголосила про 167-мільйонний прибуток, що зростав з кожним фінансовим кварталом.

В 1990 році SGI створила найбільш популярну робочу станцію – IRIS Indigo (рис. 3). В ній був 64-розрядний процесор R4000 100 МГц, 384 Мб ОЗУ і графічна система Elan (складалася з чотирьох Geometry Engine); IRIS Indigo обробляла до 370 тисяч текстурованих трикутників за секунду.

Архітектура процесора була розроблена в 1981 році в Стенфордському університеті. Основна ідея – створення невеликого (близько 50) набору команд, інструкції яких завдяки ефективному



Рис. 3. Графічна станція IRIS Indigo

дизайну конвеєра і наявності 64 регістрів виконувалися за один такт процесора. Перший комерційний варіант процесора R2000 містив всього 110 тисяч транзисторів (в Intel 386 в три рази більше) і при частоті 12 МГц працював на швидкості 9 MIPS (Millions Instructions Per Second – мільйонів інструкцій за секунду), випереджаючи IBM 386 у шість разів.

В 1992 році створено Reality Engine, перший у світі графічний суперкомп'ютер (рис. 4). Він максимально швидко й точно візуалізував дані: результати наукових досліджень, складні САПР-моделі, комп'ютерні сцени тощо. Продуктивність складала більше 1,1 мільйона текстурованих полігонів за секунду.

Reality Engine містив до восьми процесорів MIPS R3000 і до 256 Мб ОЗУ. Графічна підсистема складалася з восьми процесорів.

В тому ж році компанія продала 100-тисячну робочу станцію.

Завдяки масштабуванню серверів Silicon Graphics, а також підтримці в ОС IRIX багатопроцесорності компанія змогла об'єднати свої апаратно-програмні можливості для створення власних суперкомп'ютерів, які вона представила в січні 1993

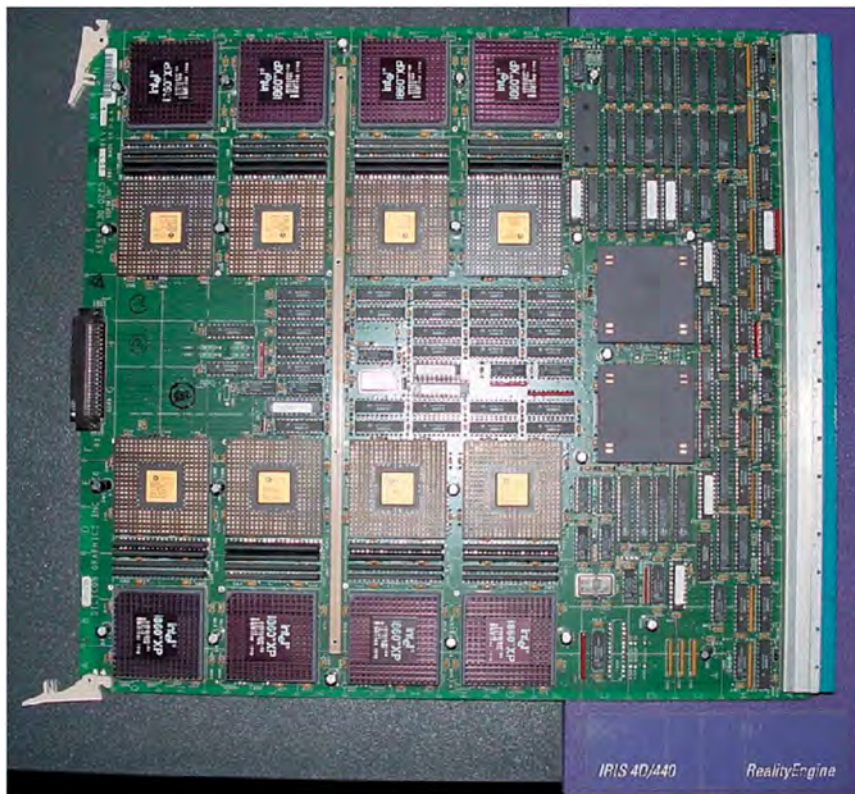


Рис. 4. Графічна плата Reality Engine

року. Науково-дослідні установи, університети, великі корпорації виявили бажання придбати «числодробилку» вартістю кілька мільйонів доларів. До початку 1995 року в перелік 500 найбільших суперкомп'ютерів у світі 128 виробила SGI (125 – Cray Research і 72 – IBM).

В січні 1993 року з'явилась Indigo 2. Вона містила 4 Мб текстурної пам'яті (TRAM), 2 набори мікросхем Geometry Engine для роботи із тривимірною графікою і один Raster Engine для растрової графіки. Були можливості для роботи зі звуком. Відеокарта таких машин була не окремою платою, а набором пов'язаних мікросхем, встановлених в спеціальні слоти на материнській платі.

В вересні 1993 року створено Indy для роботи з графікою, звуком і відео, при чому її вартість мала бути доступною не тільки

для корпорацій, а і для окремих фахівців (5 тисяч доларів). Це дозволило їй конкурувати з комп'ютерами SPARCstation компанії Sun Microsystems і Quadra компанії Apple. Indy могла працювати без дорогої графічної карти, вона мала вбудовані композитний, S-Video і спеціальний цифровий відеовходи.

В червні 1993 року прибуток Silicon Graphics вперше перевищив мільярд доларів США. Продукція компанії була настільки успішною й популярною, що стала стандартом «де-факто» на ринку. Компанія була ледве не символом технічного прогресу США.

Але 27 січня 1994 року засновник Silicon Graphics Джеймс Кларк вирішив залишити компанію. Він передбачав, що технологія, що на початку 90-х коштувала десятки тисяч доларів, згодом стане доступною кожному і вартість її знизиться на 2 порядки. Його бажання зробити продукцію компанії більш доступною шляхом випуску мультимедійних систем, ігрових консолей і персональних комп'ютерів не зустріло підтримки з боку правління Silicon Graphics.

Компанія, яка на той час розрослася до неймовірних розмірів (штат її співробітників складав 12 тисяч чоловік), була занадто неповоротка, щоб швидко реагувати на зміни ринку. Її позиція в 1994 році більш ніж влаштовувала раду директорів і приносила прибутки. Змінювати правила ніхто не хотів. Продукція SGI характеризувалася високою продуктивністю й настільки ж високою ціною (до кілька десятків тисяч доларів за машину вищого рівня). Тільки досить великі організації могли дозволити собі придбати комп'ютери SGI. Згодом робочі станції на базі Intel/IBM почали наближатись за продуктивністю до RISC-систем SGI, будучи при цьому значно дешевше (у середньому на 25% при еквівалентній продуктивності) [11]. Та і сегмент ринку, на якому спеціалізувалась корпорація – високопродуктивні робочі станції – теж ставали більш доступними.

Правило про звільнення інженера з власною думкою не було порушеним навіть для самого засновника компанії. Він і Марк Андерсен створили Netscape Communications.

Silicon Graphics продовжувала дотримуватися наміченої стратегії. І в 1994 вона отримала перший удар. Всесвітньо відома анімаційна студія Pixar вирішила створити перший в історії мультфільм, повністю виконаний за допомогою комп'ютерної

анімації «Іграшкова історія». Для цього Pixar використала техніку конкуруючої компанії Sun Microsystems, а машини SGI відігравали роль лише допоміжного інструмента. Наступний удар нанесла Microsoft. Коли SGI створила OpenGL, Microsoft уклала контракт про спільне розроблення нової версії OpenGL для Windows NT. В той же час Microsoft придбала компанію Rendermorphics з її API RealityLab, останній доопрацювали, перейменували в Direct3D і включили в Windows 95 замість OpenGL, який під цю ОС не працював. Почалися дії Microsoft на сповільнення розвитку OpenGL, нав'язування Direct3D виробникам програмного забезпечення.

Але 1995 і 1996 роки виявилися для Silicon Graphics досить успішними і про попередні невдачі керівництво компанії забуло. Була створена ігрова консоль Nintendo 64, що приносила додаткові прибутки.

Наступна помилка була відчутною: придбання компанії Cray Research, власного конкурента. Всі перспективні розробки Cray відразу згорнули й продали іншим компаніям, обов'язком компанії полягав у роботі тільки над серверами SGI. Наприклад, лінійка суперкомп'ютерів Superserver дісталася Sun Microsystems і досі приносить прибутки.

А про ринок звичайних споживачів забули. Персональні комп'ютери стали відбирати прибутки в SGI. Крім того, з'явилися компанії 3Dfx і nVidia, засновані колишніми співробітниками Silicon Graphics.

1997 рік для SGI став переломним. Спочатку було оголошено про 37 мільйонів доларів збитків за перший квартал року, за цим відбулося масове скорочення штату співробітників. Звільнили близько 1000 чоловік і ще кілька управлінців самостійно залишили високі посади за прикладом Кларка. Продажі компанії стрімко падали. На початку 1998 року в SGI змінився генеральний директор, новим став Рік Белуццо, великий шанувальник Microsoft. Він почав співробітництво з останньою з розроблення спільного графічного API – Fahrenheit. Проект став збитковим, його швидко згорнули, а Microsoft використала розробки SGI для вдосконалення DirectX.

В 1998 році оголошено про початок роботи над новою лінійкою робочих станцій – Visual Workstation на базі процесорів Intel і на ОС Windows NT. Ці машини були непоганими, але ціна їх була занадто високою в порівнянні з аналогами, наприклад DELL, і вони

продавались погано. 10 серпня 1999 року було офіційно заявлено про глобальну реструктуризацію компанії. SGI мала продати філії Visual Workstation, MIPS і Cray, повністю перейти на процесори Intel і відмовитися від своїх розробок в галузі графічних карт, використовуючи карти сторонніх виробників. 23 серпня того ж року генеральний директор звільнився з SGI, бажаючи спостерігати за крахом компанії збоку. Згодом він став виконавчим директором Microsoft.

В 2006 році було оголошено про банкрутство. У штаті компанії залишилося всього 2200 чоловік і SGI остаточно втратила ринок. До вересня 2006 року SGI практично вирішила фінансові проблеми й оголосила про план реструктуризації, відповідно до якого збиралися повністю замінити раду директорів компанії і топ-менеджмент. В 2009 році Rackable Systems придбала SGI. Утворена компанія отримала назву останньої [15].

Розвиток технологій і нормальне бажання людини раціонально витратити кошти завели Silicon Graphics у глибоку прірву. До інших факторів, що призвели до краху, можна віднести:

- переважання апаратного забезпечення над програмним. Інженери, що проектували робочі станції, мали перевагу над колегами, що розробляли операційну систему й програми для неї. За словами одного з колишніх співробітників Silicon Graphics, диктування «техніками» умов «програмістам» було повсякденним явищем.

- інженери, які працювали в компанії, мали без заперечень виконувати поставлені перед ними завдання. Співробітників, які не погоджувались і висловлювали власну точку зору, швидко звільняли. До речі, саме завдяки колишнім інженерам Silicon Graphics з'явилися такі компанії як 3Dfx і nVidia. Саме звільнені співробітники започаткували еру доступного 3D.

- відсутність оптимізації програм під нижчі системні вимоги.

- відсутність нормальної технічної підтримки. Підприємствам, які збиралися придбати робочу станцію, вартість якої обчислювалася шестизначними цифрами, необхідно було спершу подбати про додатковий штат кваліфікованого обслуговуючого персоналу. Наприклад, не було повноцінних матеріалів для вивчення операційної системи. Керівники давали вказівки програмістам концентрувати увагу на розробленні програмного забезпечення, а

написання документації ставили на останні позиції списку «Що має бути зроблено».

- використання робочих станцій відомими кіностудіями роздувало самолюбство компанії. Впевнена у непохитних високих позиціях в цьому секторі ринку, вона занадто пізно відреагувала на розвиток дешевих ПК.

Sun Microsystems має трохи іншу історію. Більш гнучка фінансова політика на деякий час віддалила зникнення компанії.

Спочатку в ній працювали всього 4 співробітники. В 1982 році Sun випустила першу робочу станцію, яка підтримувала протокол передачі даних TCP/IP, що став згодом мережевим стандартом передачі інформації. Її прототипом стала розробка аспіранта, зібрана на основі мікропроцесора Motorola 68000 з ОС Unix (рис. 5).



Рис. 5. Графічна робоча станція SUN 1 [12]

В 1988 р. рівень прибутків компанії перевищив 1 млрд. доларів. З виходом компактної станції SPARCstation 1 починається новий період в історії компанії: разом з Oracle, Informix, Ingres й Sybase вона створює кращу на той час платформу для баз даних.

За перші 10 років свого існування корпорацією Sun Microsystems було виготовлено більше мільйона високопродуктивних настільних робочих станцій.

Наприкінці XX століття переважна більшість виробників комп'ютерів пропонували корпоративним клієнтам власні унікальні

рішення, купуючи які, замовник «приковував» себе до обраного постачальника, тому що у випадку зміни або банкрутства останнього все устаткування доводилося повністю замінити. Закритість розробок стала одною з перешкод на шляху їхнього проникнення на масовий ринок. Тому останнім часом принцип відкритості стає основою стратегії багатьох компаній, що займаються розвитком інноваційних технологій.

Інженерам-проектувальникам, які мали справу з САПР на початку 80-х років, доводилось працювати на робочих станціях позмінно через високу вартість апаратури, яку випускали DEC (Digital Equipment Corporation), Data General, Hewlett-Packard, Apple, Tandy й Apollo. На відміну від інших систем, заснованих на унікальних і захищених патентами розробках, продукти Sun базувалися винятково на типових промислових компонентах і загальнодоступній ОС Unix.

В 1984 році корпорація взяла курс на розвиток мережних обчислень. Саме тоді виник термін SPARC (Scalable Processor Architecture), що позначав масштабовану архітектуру процесорів Sun, призначених для серверів і мережних робочих станцій. Масштабованість означала можливість у випадку потреби встановлення додаткових стандартних компонентів без заміни всієї робочої станції. Наприклад, для збільшення швидкості обчислень достатньо було придбати додаткові процесорні модулі, встановити і підключити їх до робочої станції.

На початку 80-х років в Університеті Берклі розроблявся комп'ютер зі скороченим набором інструкцій – RISC (Reduced Instruction Set Computer). Ця архітектура була покликана збільшити швидкість роботи процесора й робила його проектування більш простим. Інженери Sun Microsystems внесли в неї ряд власних доробок, у тому числі підтримку багатьох процесорів, у результаті чого в 1986 році компанія Fujitsu зробила для Sun перші 32-розрядні процесори на базі SPARC. На той час типова робоча станція мала продуктивність близько 1 MIPS (мільйон інструкцій у секунду), 1 мегабайта ОЗУ і 1 мегапікселя роздільної здатності екрану.

В кінці 90-х Sun мала найбільші прибутки на веб-серверах. Але частина попиту була синтетичною, спровокованою притоком капіталу в проекти, які розраховували на велике збільшення трафіку. Sun активно розширювалася: наймала нових співробітників,

розширювала інфраструктуру і нарощувала офісний простір. В 2001 році настав час спаду, оскільки онлайн-бізнес не виправдав очікувань росту. Як і Apple, Sun поклала на продаж апаратного забезпечення занадто великі надії. Компанії (наприклад, Google) обрали стратегію проектування своїх веб-додатків на основі великої кількості вузлів архітектури x86, що працюють під керуванням GNU/Linux замість використання дорогих серверів Sun Microsystems. В 2004 році Sun припинила розробку двох мікропроцесорів, головною особливістю яких мав стати паралелізм на рівні інструкцій і сконцентрувала зусилля для розробки мікропроцесора, оптимізованого для багатопоточності.

На 2002 р. випускались сервери візуалізації, які могли містити до 512 процесорів MIPS і до 16 графічних модулів InfiniteReality. Один такий модуль міг містити до 10 Гбайт ОЗУ. Вони використовувались для відеомонтажу, візуалізації та обчислень.

В 2005 р. в архітектурі Niagara розвивалися принципи не збільшення тактової частоти й подовження конвеєра команд, характерні для одноядерних чипів, а розпаралелювання і збільшення кількості ядер і потоків. Продуктивність 8-ядерного комп'ютера у додатках із багатопоточною структурою була вдвічі вищою, ніж у двоядерних AMD Opteron й Intel Xeon [3].

У перше десятиліття своєї історії компанія Sun була, в основному, постачальником робочих станцій, успішно конкуруючи на цьому ринку з іншими виробниками в 1980-х роках [12].

Але корпорація нічого не могла запропонувати звичайним користувачам. Комп'ютери її мали репутацію занадто складних, негарних і дорогих пристроїв. В 2009 році компанію придбала Oracle.

З кінця 70-х – початку 80-х років виникають фірми, які спеціалізувались на виробництві відеокарт для персональних комп'ютерів. Робота в тривимірною графікою в них була повністю відсутня, а основними режимами роботи були текстовий і графічний 2D. Тільки відеокарти 3DLabs могли працювати з тривимірною графікою, але коштували занадто дорого (близько 3000 дол. США), тому використовувались тільки в робочих станціях.

Цю ситуацію вирішила використати компанія 3Dfx, утворена в 1994 р. Вона спеціалізувалась на створенні апаратних прискорювачів тривимірної графіки для ринку аркадних автоматів і настільних

ПК. На початку це було тільки розроблення чипів і дизайну плат, а виробництво мікросхем і самих плат покладалось на сторонніх виробників. На підготовку першого продукту компанії, графічного ядра Voodoo було витрачено менше року. Поставки почалися тільки для аркад (ігрових автоматів з оплатою монетами, таких як ICE Home Run Derby, San Francisco Rush й Wayne Gretsky's 3D Hockey). Якість картинки в цих аркадах була на рівні консолей наступного покоління (Sony Playstation, SEGA Saturn, Nintendo 64).

Затримка з виходом відеокарт була пов'язана не з проблемами під час розроблення, а з ціною на оперативну пам'ять: акселератор оснащувався 4 МБайтами RAM і лише на осінь 1996 року вартість мікросхем знизилася до прийняттого рівня. Готова плата коштувала близько \$300 [2].

В цих продуктах була відсутня 2D-складова, тому їх назвали тривимірними прискорювачами. Для їх роботи була потрібна ще і звичайна відеокарта, будь-якого виробника. Під час роботи з двовимірною графікою прискорювач пропускає сигнал відеокарти, а в іграх остання не брала участі, а всі розрахунки здійснював прискорювач. Аналоговий вихід відеокарти (VGA) підключався до входу прискорювача, а вже з останнього сигнал подавався на монітор. VooDoo містив 2 мікросхеми: інтерфейс кадрового буферу (Frame Buffer Interface – FBI) і блок накладення текстур (Texture Mapping Unit – TMU). Перший відповідав за виконання інструкцій з побудови тривимірних моделей, раніше покладених на процесор, обчислення координат полігонального каркасу об'єктів, роботу з шиною PCI, а другий – за текстурування каркасів, згладжування і фільтрацію текстур. Пристрій мав 4 МБайт відеопам'яті, з них 2 виділялось FBI і TMU, а решта використовувалась власне для самого буфера кадрів. Тому максимальна роздільна здатність складала 800×600, а якщо гра використовувала Z-буфер, то 640×480. Кількість кольорів – 16. Частота роботи процесора і пам'яті була 50 МГц.

Така конструкція була громіздкою і незручною, бо займала в комп'ютері 2 слоти PCI. Після VooDoo Graphics виходить дешевша версія VooDoo Rush. Але якість зображення в ній була низькою, швидкість – вдвічі меншою за VooDoo 1, були проблеми із сумісністю.

VooDoo Graphics могла обробляти до 1 мільйона полігонів за секунду і виводити на екран до 45 млн. пікселів за той же час. Але

вона була спроектована для ігор і виводила зображення тільки в повноекранному режимі. Для роботи в таких програмах, як 3D Studio Max існував менш продуктивний режим емуляції.

Була присутня функція згладжування, якої не мали інші прискорювачі чи відеокарти. Завдяки їй якість зображення гри значно покращувалась.

В 1996-1997 роках продукти на Voodoo Graphics утримували близько 85% ринку 3D-акселераторів, хоча 3Dfx була не першою в цій галузі. Однак співвідношення швидкість*якість/вартість в Voodoo було набагато вище, ніж у конкурентів (NEC PowerVR, Rendition Verite V1000, Matrox Mystique, S3 Virge, ATI 3D Rage). Тому на кілька років назва 3Dfx стала синонімом 3D-прискорювачів.

Велику роль зіграла програмна складова. Тогочасні API не були відлагодженими, тому програмісти з 3Dfx урізали OpenGL до окремого API за назвою Glide і оптимізували під її чіпи серії Voodoo. Будучи певний час фактично єдиним постачальником швидких 3D-акселераторів для ігор, 3Dfx переконала більшість розробників ігор використовувати Glide. Закрита архітектура (Glide працював тільки з чіпами 3Dfx), як це часто буває з подібними рішеннями, спочатку працювала на 3Dfx, але в підсумку стала одною з причин банкрутства компанії.

Ринок апаратного забезпечення для ігрових автоматів залишався важливим напрямом діяльності 3Dfx, але за вражаючого успіху настільних продуктів навесні 1997 року було вирішено виділити аркадну справу в окрему компанію, названу Quantum3D. Крім роботи з виробниками аркад, Quantum3D створювала професійні плати тривимірної візуалізації на основі ігрових чіпів. Один з таких продуктів – здвоєний Voodoo II за назвою Obsidian 2 X-24 [2].

На початку 1998 р. виходить новий прискорювач Voodoo2, в три рази потужніший за попередній і з підтримкою сумісного режиму роботи з ще одним таким пристроєм (SLI) [4]. Роздільна здатність зростає до 1024×768 при 16-бітній глибині кольору. Комп'ютер Pentium2 300 МГц і дві плати Voodoo 2, об'єднані в SLI, виводили зображення з частотою 147 кадрів за секунду, а Pentium2 266 МГц з 1 платою Voodoo 2 давав 116 кадрів за секунду в грі Quake 1. SLI – це Scan Line Interleaving – режим роботи, в якому головна відеокарта прорисовує непарні лінії, а допоміжна – парні. За умови потужного процесора це збільшує приріст продуктивності до

двох разів. VooDoo 2 мала 2-4 МБайт пам'яті для буферу кадрів і стільки ж для текстурного процесора і коштувала 160-220 доларів США. Візуалізація здійснювалася у 32-бітному RGBA-форматі, але в буфер кадрів записувалась 16-бітна графіка, тому і виведення на монітор було 16-бітним. Прискорювач міг накладати за один проход 2 текстури. Це явище отримало назву мультитекстурування. В ігровій графіці якість зображення досягається саме за рахунок останніх, а сам каркас залишається низькополігональним.

Voodoo 2 був сумісний з усіма графічними бібліотеками (Glide 2 і 3, OpenGL, Direct3D).

Візуалізація здійснювалась із врахуванням z-буфера, перша реалізація якого з'явилась у 1993. z-буфер – це пам'ять, в якій зберігається відстань до об'єктів від камери. Він використовується для видалення невидимих поверхонь під час візуалізації бульових об'єктів. Кожний предмет сцени растеризується і в буфер кадру заносяться пікселі, які відсутні або відстань яких до камери менша за попередні. Зараз він використовується майже у всіх іграх.

На відміну від попередніх продуктів, аносований у листопаді 1997 року Voodoo II почали продавати вже 20 січня, коли виробник Creative Technology випустив 3D Blaster Voodoo 2 у версіях з 8 і 12 МБайт пам'яті. Через кілька днів і Diamond Multimedia вийшла на ринок з Monster 3D II. Ці дві компанії єдиними отримали перші партії чіпів від 3Dfx. Попит на новинку був настільки високий, всі мікросхеми йшли для Diamond й Creative, і лише наприкінці весни 3Dfx змогла забезпечити товаром інших виробників [2].

Наприкінці 1997 nVidia випускає повноцінний відеоадаптер, який містить 2D- і 3D-прискорювачі з більшою продуктивністю за VooDoo1 – nVidia Riva128. Але через недопрацювання в драйверах він не працював з потрібною швидкістю.

Особливість архітектури Voodoo II полягала в тому, що на платі встановлювались три окремі мікросхеми – два текстурних блоки Vcube і один інтерфейс кадрового буфера Chuck. Як і раніше, для роботи потребувалась окрема 2D-відеокарта. Логічним кроком було об'єднати всі ці блоки в єдиному чипі, не тільки знизивши витрати на виробництво, але і запропонувати користувачам завершене одноплатне рішення без конструктивних компромісів. Ним став чіп Voodoo Banshee, аносований улітку 1998 року. Він містив 128-бітне 2D-ядро, кадровий буфер і один текстурний модуль,

інтегровані в єдиний кристал. Banshee демонстрували кращу швидкість в іграх, що не підтримують мультитекстурування, але істотно програвали в сумісних із цим режимом. Такий продукт можна було запропонувати для великих збирачів ПК – досі Voodoo продавалися тільки вроздріб.

Кількість пам'яті Banshee складала максимум 16 МБайт, що дозволяло працювати з роздільною здатністю до 1600×1200. Підтримувалась новітня шина AGP.

Конкуруючий процесор Riva128 підтримував 32-бітний колір, чого не було в Banshee. Відеокарта nVidia на основі чіпа RivaTNT мала 2 конвеєри рендерингу і 2 текстурних модулі, тобто могла обробляти складніші каркаси. nVidia теж вирішила створювати професійні тривимірні прискорювачі для високополігональної графіки на основі ігрових. Відеопроектор став уніфікований, що дозволяло шляхом блокування одного з конвеєрів рендерингу випускати на основі одного чіпа 2 відеокарти: для професійної графіки з двома конвеєрами і для ігрової – з одним.

RivaTNT швидко виводив графічну інформацію, але в режимах OpenGL і Direct3D центральному процесору доводиться виконувати значну кількість розрахунків, особливо в прикладних програмах, тому потужності комп'ютерів не вистачало, щоб RivaTNT працювала на повну. Такий ситуація спостерігається й досі. В програмах твердотільного і тривимірного моделювання типу КОМПАС3D і 3DS Max під час панорамування і руху по моделі в першу чергу завантажуються центральний процесор, а відеопроектор – не більше кількох відсотків. В іграх ситуація протилежна – гра намагається завантажити процесор і відеокарту максимально з метою отримання найбільшої частоти кадрів і якості зображення. Якщо потужності відеокарти не вистачає, процесор виконує роботу останньої.

В 1997 р. усе більш складні технології використовуються в іграх (наприклад, мікрофактурні текстури і прозорість у тій ж Unreal), ринок відеокарт із 3D-прискоренням різко розширюється: компанії nVidia, Matrox, S3, а через якийсь час і ATI випускають повноцінні відеокарти з 2D і 3D функціями.

Наприкінці 1998 року відбулося кілька важливих подій для 3Dfx, яка на той момент контролювала 73% ринку. Був проведений ребрендинг – змінився не тільки логотип, але й написання назви – 3dfx замість 3Dfx. Придбання компанії STB Technologies визначило

фатальну зміну бізнесу-моделі: відтепер 3dfx стає основним виробником готових відеокарт на власних чіпах, практично припиняючи відвантаження мікросхем стороннім виробникам. Процес злиття з STB завершився в травні 1999-го, з-за чого довелося відкласти на кілька місяців випуск відеокарт третього покоління Voodoo. З технічної точки зору Voodoo 3 нагадував Banshee: те ж 2D-ядро, та ж внутрішня структура, але з додатковим блоком текстуровання (як у Voodoo II), деякі архітектурні вдосконалення і значно підвищені тактові частоти. Voodoo 3 випускались для двох слотів (AGP або PCI), могли мати відеовихід та інтегрований TV-тюнер.

Відеокарти випускалися в Мексиці на заводі STB Technologies і постачалися практично винятково під власним брендом – тільки в кінці життєвого циклу цих чіпів їх почали відвантажувати для Powercolor, Sigma і ще декількох сторонніх виробників. Випускалися дешевші графічні карти 3dfx Velocity 100 з 8 МБайт відеопам'яті й програмно відключеним другим текстурним блоком. До речі, користувачі досить швидко виявили можливість шляхом зміни параметрів реєстру Windows включити другий блок і перетворити карту в аналог Voodoo 3 2000 з меншим обсягом пам'яті. Результатом ще однієї спроби 3dfx закріпитися на ринку стали материнські плати із інтегрованим графічним чіпом Voodoo 3.

Але зміна ролі 3dfx від постачальника чіпів до виробника закінчених продуктів зіпсувала відносини з більшістю колишніх партнерів, що відразу стали її конкурентами. Висока собівартість випуску плат у Мексиці в порівнянні з Південно-Східною Азією, а також неможливість вибору збирачами комп'ютерів постачальника відеокарт негативно вплинули на подальший стан компанії [2].

На 1999 рік були анонсовані 3 чіпи: VSA-100 (3dfx), NV10 (nVidia) і Savage2000 (S3). VSA-100 мав реалізувати ресурсоемне згладжування (FSAA – full-scene anti-aliasing) Суть його полягала в тому, що сцена на початку будувалась з більшою роздільною здатністю, а потім остання зменшувалась до потрібної, що покращувало картинку і прибидало ступінчатий ефект. Технологія T-buffer мала забезпечити кінематографічну якість в іграх. Продуктивність могла масштабуватись шляхом встановлення кількох карт в систему.

На чіпах NV10 і Savage2000 мав з'явитись геометричний сопроцесор, який би виконував розрахунки по обробці геометрії і

освітлення. Раніше такі сопроцесори стояли тільки на професійних відеокартах.

Головним конкурентом Voodoo 3 були NVIDIA Riva TNT, але з ними можна було конкурувати, особливо в іграх з підтримкою мультитекстурування. Але основним недоліком залишалась несумісність із 32-бітовим кольором і в 1999 р це стало проблемою як мінімум у маркетинговому плані. У цілому, незважаючи на успіх, саме Voodoo 3 виявився початком кінця 3dfx. Пов'язана з об'єднанням з STB піврічна затримка з випуском цієї плати не тільки привела до втрати великої частини прибутку від продажу високопродуктивних графічних адаптерів, але також критично затягнула розроблення наступного покоління чипів під кодовою назвою Rampage, що створювались на початку 1998 року і мала повернути лідерство 3dfx.

Офіційний анонс VooDoo 4 відбувся у листопаді 1999 року. Його внутрішня архітектура базувалася на Voodoo 3, але були й відмінності. Нарешті введено підтримку повноколірного режиму, переглянуто конфігурацію піксельних і текстурних блоків з метою збільшення продуктивності без мультитекстурування: замість стандартного набору 1×2 (1 піксельний блок і 2 текстурних) використовувалася схема 2×1 (2 піксельних блоки з 1 текстурним у кожному), аналогічна чіпам конкурентів. Також з'явилися підтримка текстур великого розміру (2048×2048 замість 256×256) і технологія T-buffer, що зберігала у відеопам'яті кілька останніх кадрів, що дозволяло реалізувати розмиття під час руху і повноекранне згладжування.

Але радикального збільшення продуктивності не відбулося, оскільки тактові частоти залишились попередніми, а апаратний розрахунок T&L (Transformation & Lighting), що вже з'явився в GeForce 256 і Radeon, цьому чіпі впроваджений не був.

Якщо у випадку Voodoo 3 затримка з виходом на ринок визначалася складною організаційною ситуацією усередині компанії, то Voodoo 4 постраждала від низки випадків банальної неорганізованості. Наприклад, першу партію чипів, випущених для відлагодження архітектури, кілька тижнів ніхто не забирив із заводу – про них просто забули... Плати містили помилки в мікросхемах, на виправлення яких пішло кілька місяців [4]. Два тижні пішли на виявлення причини зависань в Quake 3 – виявилось,

що винний зіпсований образ диску, який використовувався весь цей час. У підсумку перші партії Voodoo 4-5 почали постачатись з середини 2000 року, а моделі 5000 й 6000 так і залишилися на стадії прототипів. І конкурувати їм довелося вже не з GeForce 256, а з другим поколінням повноцінних GPU від NVIDIA – GeForce 2 GTS/Ultra, а також із винятково вдалим бюджетним GeForce 2 MX. Драйвери до Voodoo 3 були оптимізованими під Quake, але в професійних програмах швидкість її роботи була вкрай низькою.

В грі Quake 3 використовувався 32-бітовий колір, тому відеокарти VooDoo3 неякісно її відтворювали. Це стало причиною 90% скорочення штатів 3Dfx. Влітку 2000 р. у великій (хоч і скороченій компанії) працював лише 1 інженер з проектування відеокарт і один із тестування. Вони фізично не могли розробити якісні мікросхеми.

VooDoo програвали продуктам NVIDIA і погано продавалися. Корпоративний «гаманець» 3dfx стрімко виснажувався, кредитори компанії мали намір провести її через процедуру банкрутства, але керівництво вибрало інший шлях, продавши всі цінні активи NVIDIA, включаючи право наймання багатьох співробітників. Так і закінчилася історія 3dfx...

Разом з тим робота над новими чипами йшла до останніх днів, а інформація про них дозволяє зробити багато припущень на тему «а що було б, якщо...». Рятівником хоча б іміджу 3dfx міг стати Voodoo 5 6000, якби його випустили. Передсерійні екземпляри, які містили аж 4 процесори, мали продуктивність на рівні значно пізніших GeForce 3/Radeon 8500.

Втім, швидше за все, це тільки відклало би неминучий кінець 3dfx. Головною помилкою було придбання STB Technologies, що змінило статус компанії на ринку і відносини з партнерами. Безумовно, на кожному екземплярі готової відеокарти 3dfx заробляла більше, ніж на продажах чипів, але, як кажуть, всіх грошей не заробиш. Друга помилка частково пов'язана з першою: на відміну від ATI, NVIDIA й S3, що завжди мали контракти зі збирачами і постачальниками комп'ютерів, Voodoo реалізовувалися в роздрібному каналі, тому з меншими обсягами і більшою націнкою. Третя причина полягала у прагненні до закритих ліцензійних технологій, несумісним із продуктами конкурентів. Мова йде про Glide API, що спочатку забезпечив відмінний старт Voodoo Graphics.

Одна порівняно невелика компанія не могла належним чином розвивати його, як Microsoft вдосконалювала Direct чи консорціум OpenGL.

Нарешті, компанія орієнтувалася на досить вузький сегмент hi-end-продуктів. Кожне наступне покоління відеокарт у першу чергу позиціювалося для фанатів ігор, а більш доступні рішення (Rush, Banshee, Velocity, Voodoo 4) створювалися шляхом урізання основних, флагманських чипів і, як наслідок, ніколи не були успішними. Один раз випустивши найпотужніший тривимірний прискорювач, компанія одержала великий кредит довіри ринку і армію шанувальників, але недоліки організації та катастрофічна недалекоглядність керівництва визначили сумний кінець 3dfx задовго до 15 грудня 2000 року.

Після придбання інтелектуальної власності 3dfx nVidia включила у свій штат більшість інженерів, що працювали над Rampage, перевівши їх на проект, відомий як GeForce FX. nVidia не підтримувала прискорювачі Voodoo і перестала випускати драйвери для них. Тим не менше, неофіційні драйвери виходять і зараз. Історія 3dfx – класичний приклад інноваційного бізнесу, загубленого бездарним управлінням. Але сегмент графічних прискорювачів у цілому є дуже складною частиною ІТ-індустрії. Недарма на ринку, де ніколи не було більше десятка активних гравців, залишилося тільки два, причому ATI уже не є самостійною компанією. Тому, цілком імовірно, навіть відсутність вищеописаних прорахунків рано чи пізно не врятувало би 3dfx від поповнення довгого списку вибулих: S3, Matrox, Si, 3D Labs, Trident, PowerVR, Rendition, Cirrus Logic, Tseng Labs, Macronix, Alliance [2]...

Наприклад, Number Nine Visual Technology (1982 – 1999) розробила перший 128-бітний графічний процесор, відеокарти на 256 і 16,7 млн. кольорів. Невдала цінова політика і небажання працювати з тривимірною графікою призвела до втрати ринку. Наприклад, в порівнянні з nVIDIA RIVA 128 (100 дол. США) вона коштувала в 4 рази більше, а продуктивність і якість драйверів були досить низькі. До цього привели і намагання виготовляти відеокарти на власних чіпах. Багато користувачів купують карти виробника ASUS, навіть не знаючи, що чіп виробляють ATI чи nVidia [8].

У середині 1980-х Trident (разом з Oak Technologies) виробляла недорогі і повільні SVGA чіпсети. Багато материнських плат типу

«все в одному» використовували Trident VGA. В той час, як графічні карти перейшли від простих VGA до апаратного прискорення 2D SVGA, Trident продовжувала постачати слабкі відеочіпи за невисокою ціною. Співвідношення якості/ціна було непоганим і вони використовувались в комп'ютерах IBM 286-486. У середині 1990-х компанія наздогнала свого головного конкурента: набір функціональних можливостей TGUI-9680 був подібний до S3 Graphics Trio64V+, але останній переважав у true-color режимі.

Поширення тривимірних прискорювачів було несподіваним для багатьох виробників, включаючи Trident. Намагання компанії створити щось визначне довго не мали успіху. В кінці 90-х Trident випустила чіп TGUI-9880 (Blade3D), здатний конкурувати з непродуктивними ATI, S3, і SIS. Швидкість оброблення трикутників складала 2,5 мільйона за секунду, реалізована повна підтримка OpenGL і MPEG-2, що дозволяла відтворювати DVD-фільми на апаратному рівні.

Вихід Intel на ринок графічних карт для ПК означав закінчення розробок у нижньому ціновому сегменті графічних карт. Trident приєдналася до виробників материнських плат, щоб інтегрувати свої графічні технології в чіпсети (до ALi і VIA), але особливого успіху ці злиття не принесли.

В 2002 році Trident випустила відеокарту Trident XP4, в якій, наприклад, були 2 вершинних і 4 піксельних конвеєри з двома текстурними модулями на кожному [1]. Особливістю відеокарти була невелика кількість транзисторів (лише 30 млн), в той час як nVidia GeForce4 мала їх вдвічі більше, хоч загальна кількість конвеєрів у останньої теж 6. 4 піксельних конвеєри у відеокартах nVidia виготовляються шляхом копіювання: один конвеєр копіюється 4 рази на кристалі чіпа і отримуються 4 конвеєри. А Trident використовувала інший підхід. Перший конвеєр був типовим програмованим конвеєром. А кожний наступний використовував частину логіки попереднього. Тому кількість транзисторів на кожний наступний зменшується приблизно в 2 рази. Це вимагає значних зусиль під час розроблення чіпа, але в результаті чіп виходить дешевшим, хоч і менш продуктивним [16].

Поставлена перед фактом зростання цін на дослідження і розроблення нових технологій (які необхідні для підтримання на належному рівні тривимірної візуалізації), у червні 2003 року

Trident зробила заяву про повну реструктуризацію компанії. В 2003 р. XGI закінчила процес придбання колишнього відділення Trident з виробництва графічних процесорів.

Для багатьох фірм є характерною така риса: створивши щось визначне, вони вдавались до дуже агресивної маркетингової політики. Вважаючи, що користувачі не матимуть альтернативи, вони дуже встановлювали високі ціни на власні продукти, але не розвивали їх. Зараз їх долі однакові: S3, Matrox, 3DLabs займають менше 1% ринку, їх відеокарти дорогі і не користуються попитом.

S3 Graphics була заснована в січні 1989 р. Вона розробляла переважно чіпсети (набори мікросхем, їх ще називають набори логіки) для відеокарт з 2D-прискоренням. Пізніше випущено S3 Trio, назване так через суміщення в одному чіпі графічного ядра, RAMDAC і генератора тактових імпульсів. Далі була невдала спроба створення 2D\3D-прискорювача ViRGE. Якщо в 2D він був непоганий як за швидкістю, так і якістю, то 3D-частина мала низьку продуктивність. Але S3 відеокарти були поширеними через невисоку ціну.

З початком масового виробництва тривимірних прискорювачів компанія випустила на ринок досить вдалий з технічної точки зору чіп S3 Savage3D. S3 в той час намагалась просунути технологію компресії текстур, що дозволяло збільшити роздільну здатність останніх без падіння продуктивності. Проте технологія компресії текстур виявилась нікому не потрібною. Savage 3D мало був присутній на ринку, тому що в помітних обсягах випускався тільки однією компанією Hercules, а «сирі» драйвери стали справжнім прокляттям для всіх власників цих відеоадаптерів.

Багато недоліків Savage 3D були виправлені в Savage4. Фактично це був доопрацьований попередній чіп. У ньому з'явилися однопрохідне мультитекстурування і шина AGP 4X. Savage4 навряд чи можна було порівнювати з іншими тодішніми 3dfx Voodoo3, ATI Rage 128, Matrox G400 й NVIDIA Riva TNT2. Його продуктивність була нижчою приблизно наполовину. Але, як і його попередник, Savage4 мав найнижчу ціну в порівнянні з конкурентами й це сприяло його популярності [10]. Головний недолік знову полягав у драйверах.

В середині 1999 р NVIDIA намагалась закінчити роботу над новим відеочипом GeForce 256, який мав стати революцією в

тривимірній графіці. Офіційний анонс був запланований на 1 вересня 1999 року. Але 30 серпня S3 Graphics повідомила, що Savage2000 – перший у світі графічний процесор, який володіє апаратними можливостями обробляти геометрію!

Але блок S3 T&L виявився буквально недоробленим і карти на базі Savage2000 постачалися з відключеним T&L, що зводило нанівець всі переваги нового рішення. Згодом компанії так і не вдалося змусити запрацювати цей блок повністю.

S3 поступово втратила свої позиції і 11 квітня 2000 року було оголошено, що графічний підрозділ компанії буде проданий VIA Technologies. У ході реструктуризації S3 мав працювати над інтегрованими чіпсетамі і мобільними відеочіпами.

Ситуація змінилася в 2001 році: S3 Graphics анонсувала нове графічне ядро DeltaChrome, що підтримує Direct 9. Відеокarti були орієнтовані на ринок настільної тривимірної графіки, але з'явилися зі значним запізненням, що свідчить про проблеми з фінансуванням і недостатчею сил на розроблення [5].

На сьогодні S3 виробляє графічні карти загального призначення. Вони орієнтовані на обробку відео і можуть містити вбудований звуковий чіп. Ці графічні карти мають знижувати навантаження на центральний процесор під час обробки відео [9].

SIS (Silicon Integrated Systems) заснована в 1987 році. Стала відомою завдяки виробництву наборів логіки для комп'ютерів IBM 486. На кінець 90-х SiS випустила відеочіп SiS Xabre. Компанія Chaintech, яка виробила багато відеокарт на основі цього чіпа, віддавала їх фактично за безцінь (менше 30 доларів в роздріб), намагаючись звільнити склади і зменшити збитки. Доцільно було закрити графічний підрозділ SiS або створити окрему компанію, щоб поставити її на самоокупність. В той час у Trident почалися проблеми і було вирішено об'єднати графічний підрозділ SiS та інженерів Trident. В 2003 році було створено XGI Technology. З моменту свого заснування компанія мала 2 команди інженерів з майже готовими продуктами: SiS Xabre и Trident XP4. В 2004 році вийшла двохчіпова відеокarta Volari Duo V8 Ultra. В синтетичних тестах на продуктивність вона показувала середній результат, а в іграх продуктивність була низькою (при вартості 500 доларів на початку 2004 р). Другий чіп чомусь не працював, були проблеми з драйверами і якістю візуалізації. Це було наслідком неефективного

співробітництва з розробниками ігор. Крім того, самі виробники ігор не могли протестувати свої продукти на відеокартах XGI, оскільки не мали їх в наявності. Щоб вийти з цього положення, XGI у своїх продуктах знижувала якість візуалізації, щоб підвищити швидкість, відключала деякі функції, що збільшувало навантаження на процесор, навіть блокувала можливість отримання знімків екрану в іграх, щоб не було можливості порівняти якість зображення.

Також компанія намагалась продавати зразки пресі і взагалі занадто багато уваги приділяла зв'язкам з нею. Ще одна помилка – намагання власними силами розробляти відеокарти. Ця справа є дуже дорогою і ризикованою, саме це призвело до занепаду Matrox і 3dfx. Деякі компанії, які займаються розробкою комп'ютерних компонентів, не мають власних виробничих потужностей. Вони розробляють логіку мікросхем, а виробництвом займаються сторонні компанії, які мають власні заводи. Це дає додаткові переваги, в той час як намагання контролювати виробництво відеокарт збільшує вартість останніх на ринку і зменшує обсяги продажів.

Типовим явищем є оптимізація драйверів для певної гри, наприклад для Quake 3 3dfx Voodoo3 3500 працює добре, а 3DS Max взагалі не завантажується. Технічна підтримка повідомить, що останню програму потрібно завантажувати під Windows NT.

Головною причиною краху стала постановка занадто складного завдання, а саме розроблення двохпроцесорного графічного прискорювача. В той час лідери галузі, ATI й nVidia, не наважувались на це. В 2006 році компанію придбала ATI, яку зацікавила команда розробників, що змогла своїми силами розробити відеочіп і зв'язки на китайському ринку виробників апаратури [13]. Зараз цей підрозділ виробляє інтегровані відеокарти для мобільних платформ.

Відеокарти для комп'ютерів Apple Makintosh відрізняються від x86 тільки прошивкою, тому розглядати їх окремо не має сенсу. Ще одна відмінність – в кілька разів вища ціна. Сама платформа закінчує міграцію на архітектуру x86.

Компанія Matrox теж допустила типові помилки. Перевагою її відеокарт була висока продуктивність і якість візуалізації двовимірної графіки. Відеокарти Matrox давали якісне зображення, особливо для великих моніторів з високими роздільними здатностями, наприклад 1280×1024. В інших відеокартах, наприклад nVidia чи ATI, зображення було замиленим і до певної міри нечітким. Тому

карти Matrox використовували художники і дизайнери.

Однак слабка реалізація 3D в наступних відеокартах вплинула на зменшення продажів. Як наслідок, зростання вартості тільки погіршило ситуацію. Відмова від випуску еталонних карт, які би дозволили виробникам апаратного забезпечення випускати власні карти на базі чіпів Matrox зумовили відсутність її на ринку масової продукції. Також вона затримувала початок продажів, намагаючись відлагодити свої продукти (лідери ринку запускають у виробництво відеокарти кожні півроку, незалежно від міри відлагодженості). Продукція Matrox стала орієнтованою на вузького користувача, фахівця, якому важлива якість 2D зображення. Для багатьох користувачів двовимірне зображення важливе, не так багато людей грають в ігри, але висока ціна змушувала купувати дешевші продукти nVidia і ATI.

На сьогодні Matrox випускає спеціалізовані рішення, наприклад відеокарти з відеовиходом на 8 моніторів і професійне обладнання для відеомонтажу.

nVidia і ATI теж допускали помилки. Наприклад, перша відеокарта, випущена nVidia, поєднувала 2D/3D прискорювач, звукову карту і ігровий порт. Тривимірні об'єкти будувались на основі кривих третього порядку, а не полігонів. Ця технологія була несумісна з концепцією, пропонованою Microsoft. NV1 була дорожчою за тогочасні S3 Graphics ViRGE, Matrox Mystique, ATI Rage і Rendition Vérité V1000. Використання квадратичного накладення текстур не було поширеним, звукова карта мала сумнівну якість, тому плата не продавалась.

Через рік, в 1996, nVidia випустила процесор Riva128. Чіпи конкурували з Voodoo Graphics і ATI RAGE II. Помилкою став випуск чіпу без драйверів, тому кожна компанія повинна була розробляти драйвери для своїх відеокарт на основі Riva.

В 1998 р. nVidia випустила процесор Riva TNT. Чіп мав два конвеєри рендерингу, по одному текстурному модулю на кожний. А у Voodoo2 був один конвеєр рендерингу, але з двома текстурними модулями. В той час активно стали з'являться ігри з підтримкою мультитекстурування. Суть цієї технології в тому, що на полігон накладається не одна текстура, а 2 і більше (рідко більше двох). В таких іграх (Quake2), Voodoo2 давав більшу швидкість. А в іграх без мультитекстурування вигравав TNT [14].

Тим не менше, nVidia і ATI змогли знайти засоби, щоб ліквідувати наслідки помилок і вони досі є лідерами у випуску відеокарт як для ігрового, так і професійного ринку.

Успіх nVidia можна пояснити так: багато користувачів поєднували роботу за комп'ютером з іграми або вважали, що комп'ютер – занадто дороге задоволення, щоб грати на ньому в ігри. Їм потрібна була якомога дешевша відеокарта, яка би відтворювала якісну повнокольорову двовимірну графіку і дозволяла пограти в ігри у вільний час. Тривимірний прискорювач, який до того ще й займав зайвий слот в системній платі і виводив 16-бітовий колір (тисячі кольорів), був просто непотрібним.

Висновки. Важко сказати, більше користі чи шкоди принесли для розвитку комп'ютерних технологій менеджери і управлінці. Відсторонена від реальності цінова політика, відсутність технічної документації, відверте шахрайство і ставлення до клієнта як до дурня першої гільдії зруйнували благополуччя всіх перерахованих фірм. І досі зустрічається якесь дивне ставлення до покупця, спрямоване не те що на допомогу спеціалісту вирішити свою проблему або хоча б на продаж товару, а швидше на демонстрацію діяльності якогось виставкового центру, який працює тільки з елітними клієнтами, які точно знають, що їм потрібні продукти саме цієї фірми і готові платити за це будь-які гроші.

Для стабільного розвитку потрібні постійні інновації і зміна кадрів. Твердження, що будь-який керівник не може виконувати свої обов'язки більше 10 років можна вважати справедливим. Потім в примусовому порядку його потрібно звільнити. І пік прибутків фірми за його керування не є показовим: як правило, це затишшя перед бурею, він зміниться стрімким спадом і втратою ринку.

Перспективи дослідження. Ці помилки, відомі десятиріччями, продовжують здійснюватись і в наш час. Найбільш поширеною є відсутність технічної документації на програмний продукт. Наприклад, фірма Geosystem (м. Вінниця) досі не спромоглася створити якісне керівництво користувача для свого програмного продукту Digitals. Як працювати в ньому, доводиться тільки здогадуватись.

Рецензент – кандидат географічних наук, молодший науковий співробітник Р. Ю. Шевченко

Література:

1. *Арефьев, П.* «Trident называет производителей и цены видеокарт на основе чипа XP4» / П. Арефьев [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://hard.compulenta.ru/35628/>
2. *Баланин, К.* IT-история: 3dfx Interactive / К. Баланин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://itc.ua/articles/it-istoriya_3dfx_interactive_43082/
3. *Валькенштейн, С.* Рецепт эволюции серверных процессоров от Sun Microsystems / С. Валькенштейн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.comprice.ru/articles/detail.php?ID=40246>
4. *Гусленко, А.* Рассвет и закат империи. История о том, как Voodoo изменил мир / А. Гусленко [Электронный ресурс]. – Игромания, №5 (104), 2006 г. – Режим доступа: <http://www.igromania.ru/magazine/58916/>
5. Электронна стаття «Возвращение S3 Graphics: обзор» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fcenter.ru/online.shtml?articles/hardware/videos/8264#0>.
6. Электронна стаття «Все о терминале 64 бита» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://alexander.lids.lg.ua/2010/05/64-bit>.
7. Электронна стаття «Первая многопроцессорная система ILLIAC IV» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://icybcluster.org.ua/index.php?lang_id=1&content_id=170.
8. Электронна стаття «Number Nine Visual Technology» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://en.wikipedia.org/wiki/Number_Nine_Visual_Technology.
9. Электронна стаття «S3 выпустила новую видеокарту Chrome 530 GT» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://itc.ua/news/s3_vypustila_novuyu_videokartu_chrome_530_gt_34244/
10. Электронна стаття «S3 Graphics» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/S3_Graphics.
11. Электронна стаття «Silicon Graphics» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Silicon_Graphics.
12. Электронна стаття «Sun Microsystems» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/Sun_Microsystems.
13. Электронна стаття «XGI Technology, история амбициозной компании» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://habrahabr.ru/blogs/history/123555/>
14. *Милюков, С.* История Королей третьего измерения / С.

Миллюков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sharoviki.narod.ru/article/miller04.html>.

15. Мороз, Д. История Silicon Graphics, Inc. [Текст] / Д. Мороз. – Хакер, вып. 101, Издательский дом ООО «Гейм Лэнд», 2007. – С. : 84-90.

16. Чеканов, Д. Trident XP4. Preview / Д. Чеканов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.3dnews.ru/video/trident_xp4.

А. В. Орещенко

АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ТРЕХМЕРНОЙ ГРАФИКИ: ПРИЧИНЫ СТАНОВЛЕНИЯ И УПАДКА ФИРМ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

Осуществляется анализ истории существования производителей программного и аппаратного обеспечения для работы с трехмерной графикой. Определяются причины упадка компаний, изменения их бизнес-моделей и отхода от выпуска основной продукции. Указывается продуктивность визуализации тогдашних аппаратных средств. Проводится параллель с современными производителями программного обеспечения.

Ключевые слова: видеокарта, трехмерное моделирование, визуализация, продуктивность, история, экономические условия.

A. Oreshchenko

HARDWARE FOR 3D GRAFICS: CAUSES OF FIRM GROWING AND DECAING

There is realized the existence history analysis of software and hardware producers for working with 3D graphic. The causes of companies decay, their business model changing and main production output canceling are determined. There is showing the visualization productivity of those hardware. The analogy with modern software producers is indicated.

Keywords: videocard, 3D modeling, visualization, productivity, history, economical conditions.

Надійшла до редакції 21 травня 2012 р.