

# x86-64

Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії.

**x86-64** (також AMD64, Intel 64, x64) — 64-бітова архітектура мікропроцесора і відповідний набір інструкцій, розроблені компанією AMD. Це розширення архітектури x86 з повною зворотною сумісністю. Набір інструкцій x86-64 було впроваджено компанією AMD на процесорах для серверних платформ серії Opteron у квітні 2003 року, для процесорів домашнього використання, починаючи із процесорів серії Athlon 64 у вересні 2003 року. Всі подальші моделі процесорів (Athlon 64 FX, Athlon 64 X2, Phenom, Turion 64, а також пізніші моделі Sempron) також були оснащені цим набором інструкцій. Цей набір інструкцій був ліцензований основним конкурентом AMD — компанією Intel (з незначними доповненнями) під назвою Intel 64 (раніше відомі як Em64t і Ia-32e) в пізніх моделях процесорів Pentium 4, Core 2, Xeon та інших. Корпорації Microsoft і Sun Microsystems використовують для позначення цього набору інструкцій термін «x64», проте каталог з файлами для архітектури в дистрибутивах Microsoft називається «amd64» (для порівняння: назва «i386» використовується для архітектури IA-32, оскільки першим процесором цієї архітектури був Intel 80386).

## Зміст

Архітектура і система команд

Історія створення

Недоліки архітектури

Назви

Відмінності між AMD64 і Intel 64

x86-S

Див. також

Джерела

Посилання

## AMD64, x86\_64



Офіційний логотип технології AMD64

<b>Розробка</b>	<u>AMD</u>
<b>Розрядність</b>	64-біт, 32-біт
<b>Поява</b>	квітень 2003 року
<b>Тип архітектури</b>	<u>CISC</u>
<b>Інструкції</b>	змінної довжини
<b>Реалізація переходів</b>	умовні jmp
<b>Порядок байтів</b>	little-endian
<b>Регістри</b>	
<b>Загального призначення</b>	16
<b>Рухома кома</b>	16

## Архітектура і система команд

Архітектура вводить дві нові особливості:

1. Розширені регістри:

- 8 регістрів спільного призначення (R8 — R15);
- всі 16 регістрів спільного призначення 64-бітні;
- 8 нових 128-бітних регістрів SSE (XMM8 — XMM15);
- новий командний префікс (REX) для доступу до розширених регістрів.

2. Спеціальний режим «Long mode»:

- до 64-біт віртуальних адрес;
- 64-бітні вказівки команд (RIP);
- плоский (flat) адресний простір.

## Історія створення

---

AMD64 було створено як альтернативу до архітектури IA-64, що розвивалась компаніями Intel та HP. Анонсовано архітектуру ще в 1999 році з повною специфікацією в серпні 2000. AMD64 з самого початку позиціювалась як еволюційний шлях додавання 64-розрядних обчислювальних можливостей до існуючої архітектури x86, на відміну від підходу Intel, що створювала абсолютно нову архітектуру IA-64. Першим процесором, що підтримував цю технологію був AMD Opteron, який був випущений в квітні 2003 року.

## Недоліки архітектури

---

Однією з особливостей роботи з 64-розрядними регістрами є «затирання» їх верхньої половини командами, які оперують з 32-розрядними операндами.<sup>[1]</sup> Наприклад, від послідовності

```
mov eax, 0F0F0AABh
shl rax, 32      ; Тепер RAX = F0F0AABB00000000h
mov eax, 2
```

програміст може очікувати, що регістр RAX міститиме значення F0F0AABB00000002h. Однак це не так: значення RAX після наведеної послідовності операцій дорівнює 2, оскільки команда `mov` з 32-розрядним операндом обнулює всі верхні біти (таким чином, її поведінка стає аналогічною команді `movzx`). Дана поведінка процесора є повністю протилежною до випадку роботи з 32-бітними регістрами і їх половинками, де верхня половина значення завжди зберігається:

```
mov ax, 0F0F0h
shl eax, 16      ; Тепер EAX = F0F00000h
mov ax, 2        ; Тепер EAX = F0F00002h, як і очікувалося
```

Значних недоліків 64-х бітна архітектура в 32-бітну не внесла. Варто зазначити лише:

- трохи збільшені вимоги програм до пам'яті зумовлені збільшенням адрес і операндів;
- відсутнє суттєве збільшення продуктивності: при перекомпіляції програм можна очікувати приріст лише в межах 5-15%;

- збільшені вимоги до місця на жорсткому диску 64-х бітними ОС: системі потрібно зберігати окремо 64-х та 32-х бітні бібліотеки для забезпечення сумісності.

## Назви

---

Існує декілька варіантів назв цієї технології, які, деколи, приводять до плутанини і можуть ввести користувача в оману.

- **x86-64**. Первинний варіант. Саме під цією назвою фірмою AMD була опублікована перша попередня специфікація.
- **AA-64**. Так архітектуру охрестив популярний неофіційний довідник [sandpile.org](http://sandpile.org) (внісши інформацію практично відразу після публікацій першої попередньої специфікації) за аналогією з Ia-64, і що як і раніше так її називає, як AMD Architecture 64.
- **Hammer Architecture**. Інколи зустрічалася назва по перших ядрах процесорів, що розроблялися, отримали назви Clawhammer (обценьки) і Sledgehammer (кувалда) інколи званих просто Hammer (молоток).
- **Amd64**. Після випуску перших Hammer'ів в назві архітектури з'явилася назва фірми-розробника Advanced Micro Devices. Зараз є офіційним для реалізації AMD.
- **Yamhill Tehnology**. Перша назва реалізації технології від Intel. Інколи згадувалася назва CT (Clackamas Technology).
- **EM64T**. Перша офіційна назва реалізації Intel. Розшифровувалося як Extended Memory 64 Technology.
- **IA-32E**. Інколи зустрічалася спільно з EM64T, частіше для позначення довгого режиму, який в документації Intel називається «Режимом IA-32E».
- **Intel 64**. Поточна офіційна назва архітектури Intel. Поступово Intel відмовляється від найменувань IA-32, IA-32E і EM64T на користь цієї назви, яка тепер є єдиною офіційною для цієї архітектури.
- **x64** Офіційна назва версій операційних систем Windows і Solaris, також використовувана як назва архітектури фірмами Microsoft і Sun Microsystems.

## Відмінності між AMD64 і Intel 64

---

- Робота інструкцій BSF і BSR у Intel 64 відрізняється від AMD64, у випадку коли джерело дорівнює нулю, а розмір операнда 32 біти. Процесор Intel встановлює прапор «нуль» і залишає верхні 32 розряди цілі невизначеними.
- Формат оновлення мікрокоду, а також регістри MSR, пов'язані з мікрокодом, відрізняються у AMD64 і Intel 64. Intel зберігає схему оновлення мікрокоду такою ж, як вона була у їх 32-розрядних процесорах.
- Intel 64 не має деяких регістрів MSR, які вважаються архітектурно важливими у AMD64, зокрема: SYSCFG, TOP\_MEM, TOP\_MEM2.
- Інструкції SYSCALL/SYSRET у Intel 64 працюють лише у 64-розрядному режимі (не працюють у режимі сумісності),<sup>[2]:4-397</sup> натомість інструкції SYSENTER/SYSEXIT дозволені у обох режимах.<sup>[2]:4-400</sup> AMD64 не підтримує SYSENTER/SYSEXIT у обох підрежимах long mode.<sup>[3]:33</sup>
- У 64-розрядному режимі ближні переходи з префіксом 66H (англ. *operand size override*) діють по-різному: Intel 64 ігнорує даний префікс і команда має 32-розрядне зміщення зі знаком, а вказівник інструкції не відсікається. У AMD64 зміщення 16-розрядне, а верхні 48 розрядів вказівника інструкцій процесор очищує.

- Процесори AMD при виконанні інструкцій FLD або FSTP над 80-розрядним значенням NaN призводять до виняткової ситуації обробки чисел з рухомою комою, в той час як процесори Intel таку ситуацію не спричиняють.
- У Intel 64 відсутня можливість збереження і відновлення зменшеного варіанту стану співпроцесора рухомої коми (за допомогою інструкцій FXSAVE і FXRSTOR).
- У процесорах AMD, починаючи з Opteron Rev. E і Athlon 64 Rev. D, знову з'явилася обмежена підтримка сегментації за допомогою біту Long Mode Segment Limit Enable (LMSLE). Дане нововведення призначалося «для полегшення віртуалізації гостьового 64-розрядного коду».<sup>[4][5]</sup>
- При поверненні інструкцією SYSRET, якщо адреса неканонічна, процесори AMD64 викликають обробник general protection fault з рівнем привілеїв 3,<sup>[6]</sup> в той час як процесори Intel 64 викликають його з рівнем привілеїв 0.<sup>[2]:4-412</sup>

## x86-S

---

**x86-S** — запропонована 2023-го року фірмою Intel подальша еволюція системи команд x86-64, спрямована на спрощення і відмову від застарілих режимів і особливостей процесора.<sup>[7]</sup> Запропоновано вилучити підтримку 16- і 32-розрядних операційних систем, але 32-розрядні програми користувача зможуть виконуватися у 64-розрядному режимі ОС. Важливою зміною є початкове завантаження процесора — воно відбуватиметься одразу у 64-розрядному режимі (на відміну від «класичного» завантаження x86 у 16-розрядному «реальному» режимі. Також з'явиться можливість активування 5-рівневих таблиць сторінок пам'яті без попереднього перемикання у режим з вимкненими сторінками.

Запропоновано вилучити наступні особливості і режими:<sup>[8]</sup>

- Шлюзи сегментації
- 32-розрядне кільце захисту (VT-х більше не емулюватиме даний режим)
- Кільця захисту 1 та 2
- Доступ до портів вводу/виводу з кільця 3. Іншими словами, програми користувача не зможуть виконувати інструкції IN / OUT
- «Рядкові» інструкції вводу/виводу INS та OUTS
- Реальний режим (включно з так званим unreal mode), 16-розрядний захищений режим, режим віртуального 8086
- 16-розрядний режим адресування (так званий «unrestricted guest mode» вилучається з VT-х)
- Підтримку контролера переривань Intel 8259 (єдиний контролер переривань, що підтримуватиметься процесором, буде X2APIC)
- Деякі біти режимів операційної системи, які не використовуються

На думку Intel, ці зміни логічно слідують за вилученням підтримки керування адресною лінією A20 (2008 рік), і вилученням підтримки 16- і 32-розрядних ОС у firmware Intel (2020 рік). Підтримка застарілих ОС у нових процесорах реалізовуватиметься за допомогою віртуалізації.<sup>[8]</sup>

## Див. також

- Комп'ютерна платформа

## Джерела

- Why do x86-64 instructions on 32-bit registers zero the upper part of the full 64-bit register?. *StackOverflow* (англ.). 24 червня 2012. Архів оригіналу за 8 лютого 2021. Процитовано 10 лютого 2021.
- Intel 64 and IA-32 Architectures Software Developer's Manual Volume 2 (2A, 2B & 2C): Instruction Set Reference, A-Z. Intel. September 2013. Архів оригіналу за 20 жовтня 2013. Процитовано 21 січня 2014.
- AMD Corporation (December 2016). Volume 2: System Programming (PDF). *AMD64 Architecture Programmer's Manual*. AMD Corporation. Архів оригіналу за 13 липня 2018. Процитовано 25 березня 2017.
- How retiring segmentation in AMD64 long mode broke VMware. Pagetable.com. 9 листопада 2006. Архів оригіналу за 18 липня 2011. Процитовано 2 травня 2010.
- VMware and CPU Virtualization Technology (PDF). VMware. Архів оригіналу за 17 липня 2011. Процитовано 8 вересня 2010.
- AMD64 Architecture Programmer's Manual Volume 3: General-Purpose and System Instructions. AMD. May 2018. с. 419. Архів оригіналу за 20 серпня 2018. Процитовано 2 серпня 2018.
- Intel Publishes "X86-S" Specification For 64-bit Only Architecture. *www.phoronix.com* (англ.).
- Envisioning a Simplified Intel Architecture for the Future. *intel.com* (англ.).

## Посилання

- AMD технологии и технические характеристики (<https://web.archive.org/web/20071011054430/http://www.amd64.ru/index.php?link=2>)
- Офіційна сторінка (<http://www.amd.com/ru/Pages/AMDHomePage.aspx>) [Архівовано (<https://web.archive.org/web/20091129110257/http://www.amd.com/ru/Pages/AMDHomePage.aspx>) 29 листопада 2009 у Wayback Machine.]

Процесори AMD		
Зняті з виробництва	до <u>x86</u>	<u>Am9080</u> · <u>Am2900</u> · <u>Am29000</u> (Berkeley RISC) · <u>Alchemy</u> (MIPS32)
	Ранні <u>x86 (16-біт)</u>	<u>Am286</u>
	<u>IA-32 (32-біт)</u>	<u>Am386</u> · <u>Am486</u> · <u>Am5x86</u> · <u>K5</u> · <u>K6</u> · <u>K6-2</u> · <u>K6-III</u> · <u>Duron</u> · <u>Athlon</u> · (XP · MP) · <u>Geode</u>
	<u>AMD64 (64-біт)</u>	<u>Sempron</u> · <u>Athlon 64 (X2 II)</u> · <u>Phenom (II)</u> · <u>Turion</u> (64, 64 X2, X2 Ultra) · <u>FX</u> · <u>Opteron</u> · <u>APU</u> (Sempron, Athlon)

Сучасні	<b>AMD64 (64-біт)</b> <a href="#">Athlon</a> · <a href="#">Ryzen</a> · <a href="#">Ryzen Threadripper</a> · <a href="#">Epyc</a>
Списки	<a href="#">Чипсети AMD</a> · <a href="#">Сокети AMD</a> · <a href="#">Duron</a> · <a href="#">Athlon (XP · 64 · X2 · II)</a> · <a href="#">Sempron</a> · <a href="#">Phenom</a> · <a href="#">Turion</a> · <a href="#">Opteron</a> · <a href="#">AMD APU</a> · <a href="#">FX</a> · <a href="#">Ryzen</a>
Мікроархітектура	<a href="#">K5</a> · <a href="#">K6</a> · <a href="#">K7</a> · <a href="#">K8</a> · <a href="#">K9</a> · <a href="#">K10/K10h</a> · <a href="#">Bobcat</a> · <a href="#">Jaguar (Puma)</a> · <a href="#">Bulldozer</a> ( <a href="#">Piledriver</a> , <a href="#">Steamroller</a> , <a href="#">Excavator</a> ) · <a href="#">Zen (Zen+ · Zen 2 · Zen 3 · Zen 4)</a> · <a href="#">K12 (ARM64)</a>
Набори інструкцій	<a href="#">3DNow!</a> · <a href="#">SSE4</a> · <a href="#">XOP</a> · <a href="#">FMA</a> · <a href="#">CVT16</a> · <a href="#">AMD64</a>

Отримано з <https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=X86-64&oldid=39548990>

Цю сторінку востаннє відредаговано о 19:23, 23 травня 2023.

Текст доступний на умовах ліцензії Creative Commons Attribution-ShareAlike; також можуть діяти додаткові умови. Детальніше див. Умови використання.