

Архитектура компьютера

Евгений Иванович Клименков

osisp2019@gmail.com

Белорусский Государственный Университет
Информатики и Радиоэлектроники

2019

Что есть компьютер?

Компьютер это:

- Процессор
- Память
- Как минимум одно устройство ввода и одно устройство вывода

Устройство которое выполняет инструкции:

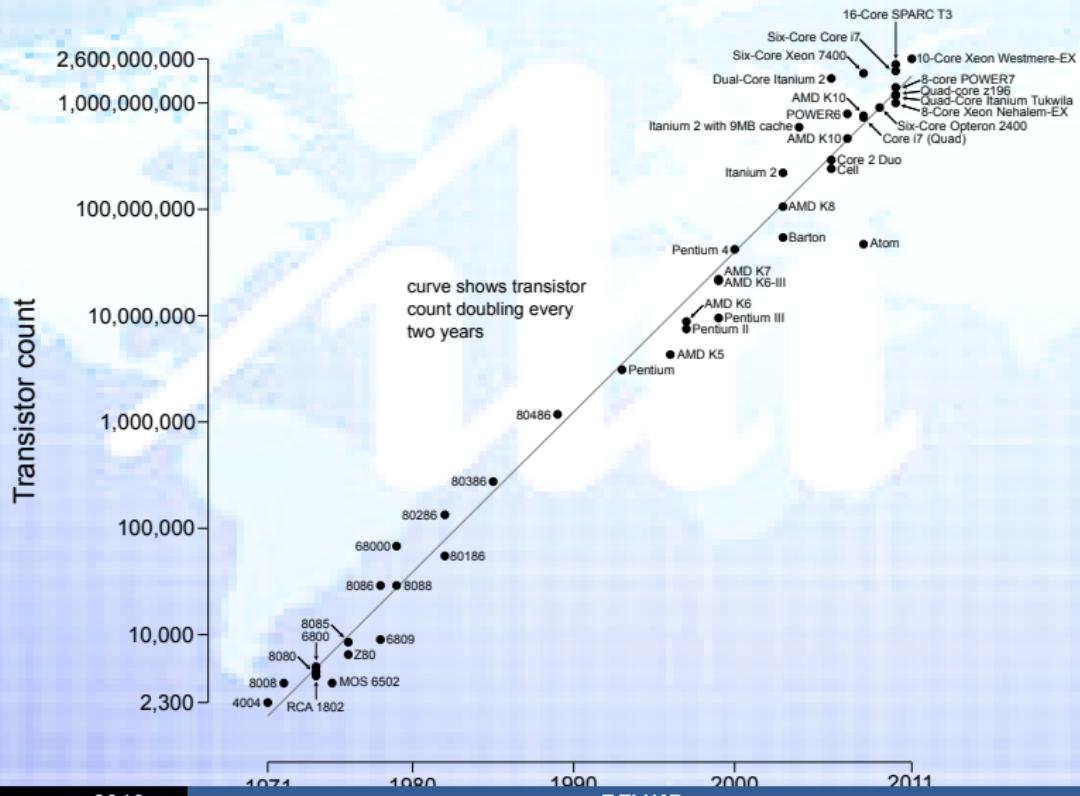
- Fetch
- Decode
- Execute

Процессор

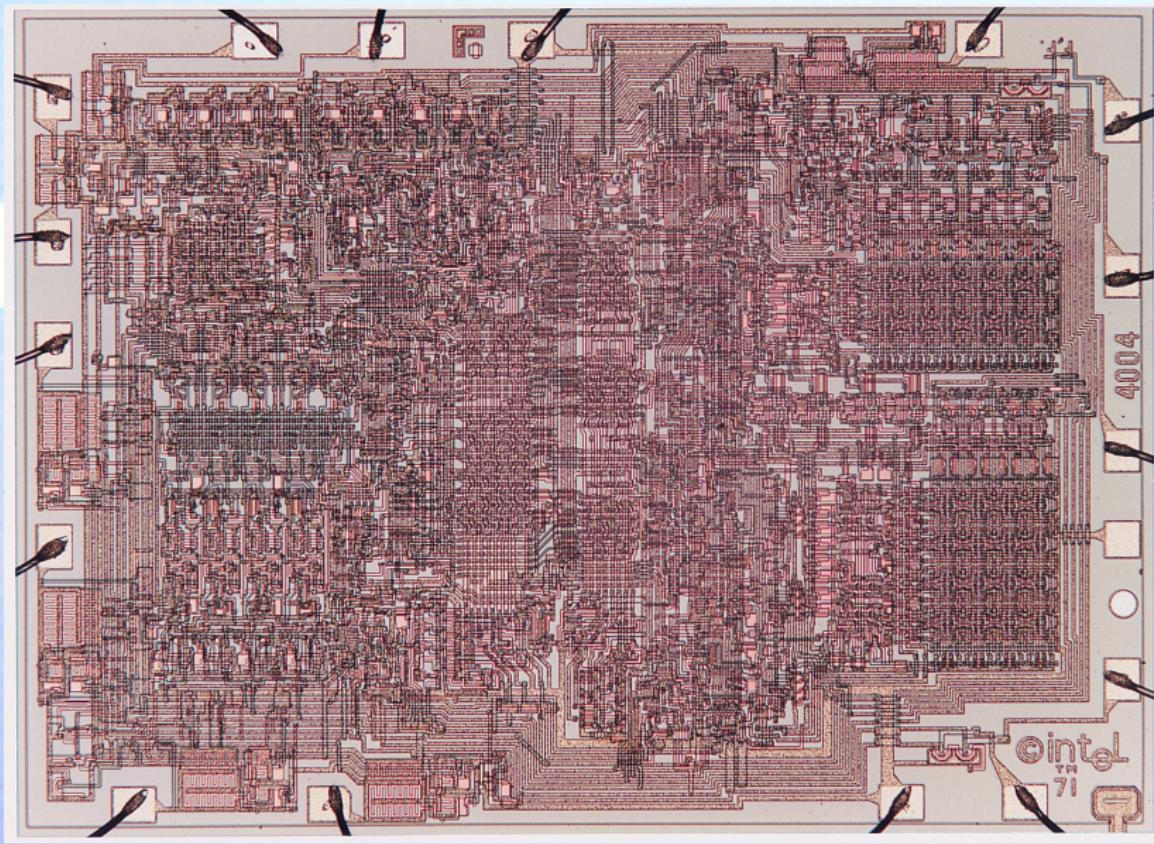
- Декодер
- АЛУ
- Регистры
- FPU
- Кэши
- Шины
- Блок предсказания ветвлений
- MMU
- TLB

Процессор

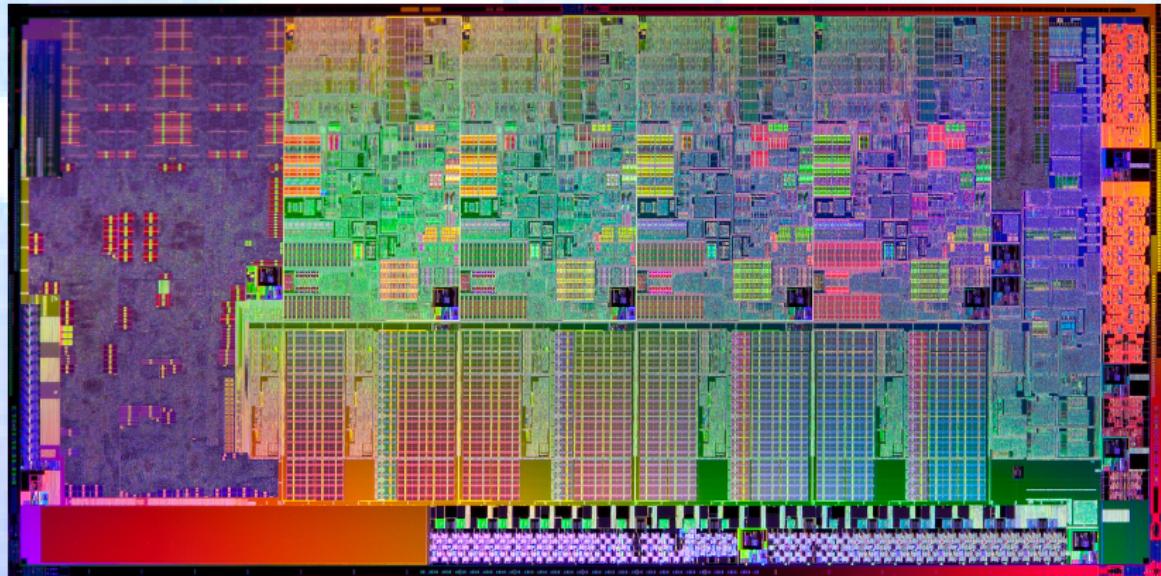
Microprocessor transistor counts 1971-2011 & Moore's law



Процессор



Процессор



Процессор

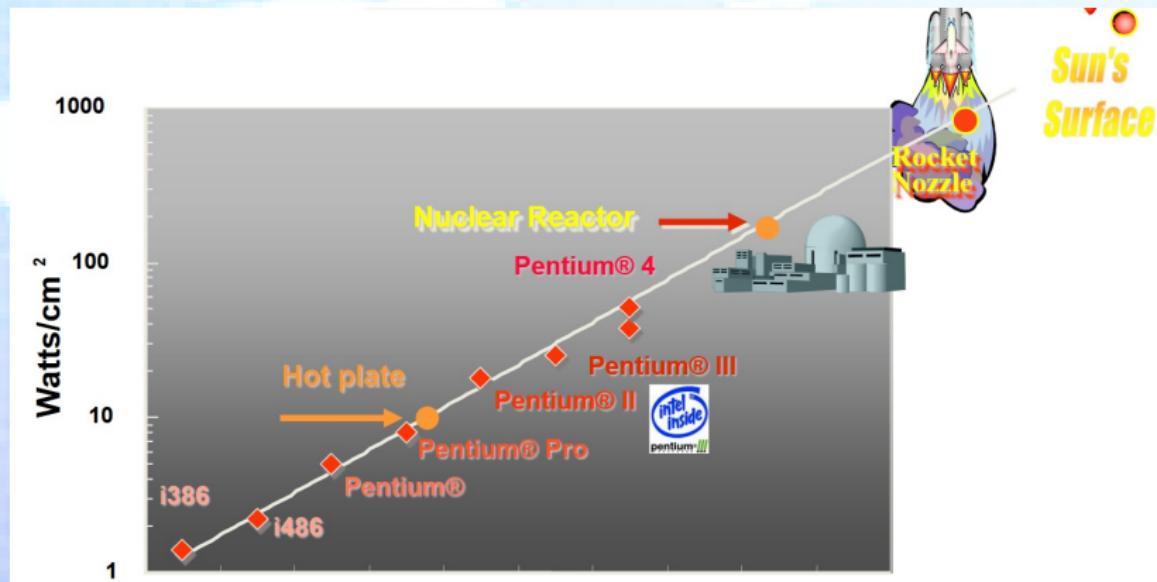
- 1978 - Intel 8086
- 1982 - Защищенный режим
- 1985 - 32-битная ISA
- 1989 - FPU, Кэширование
- 1993 - Суперскалярность, APIC
- 1995 - Внеочередное исполнение, Спекулятивное исполнение
- 1997 - Кэш второго и третьего уровня
- 2000 - Многопоточность
- 2003 - 64-битный режим, контроллер памяти, μ ops Fusion, Виртуализация, Многоядерность

Заперты в четырех стенах:

- Power Wall
- Frequency Wall
- ILP Wall
- Memory Wall

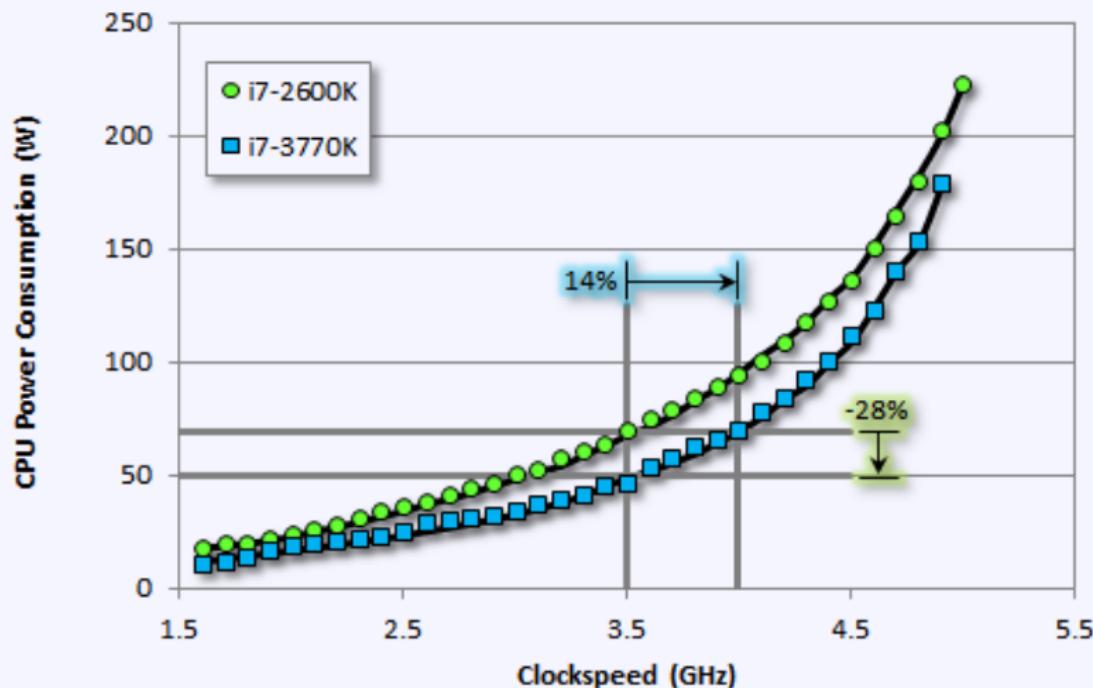
Многоядерные процессоры как выход.

Power Wall

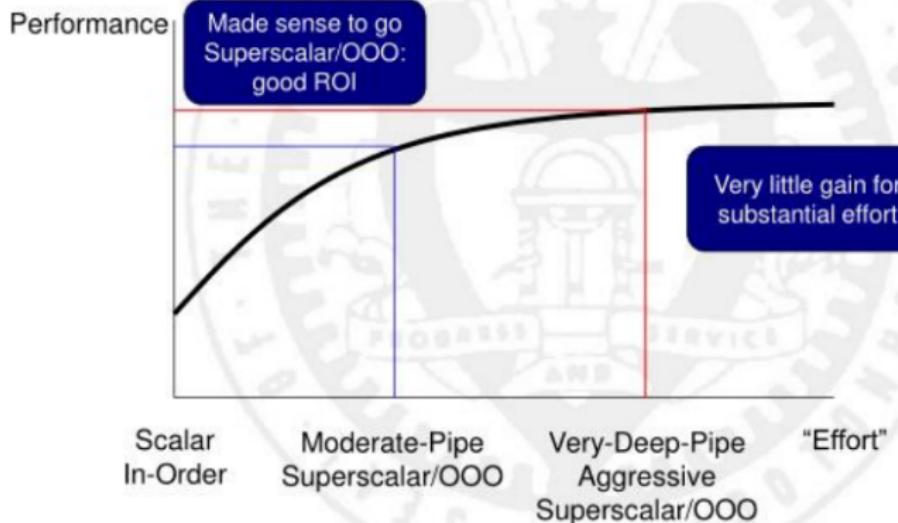


Clockspeed versus Power-Consumption

i7-2600K versus i7-3770K



Idontcare



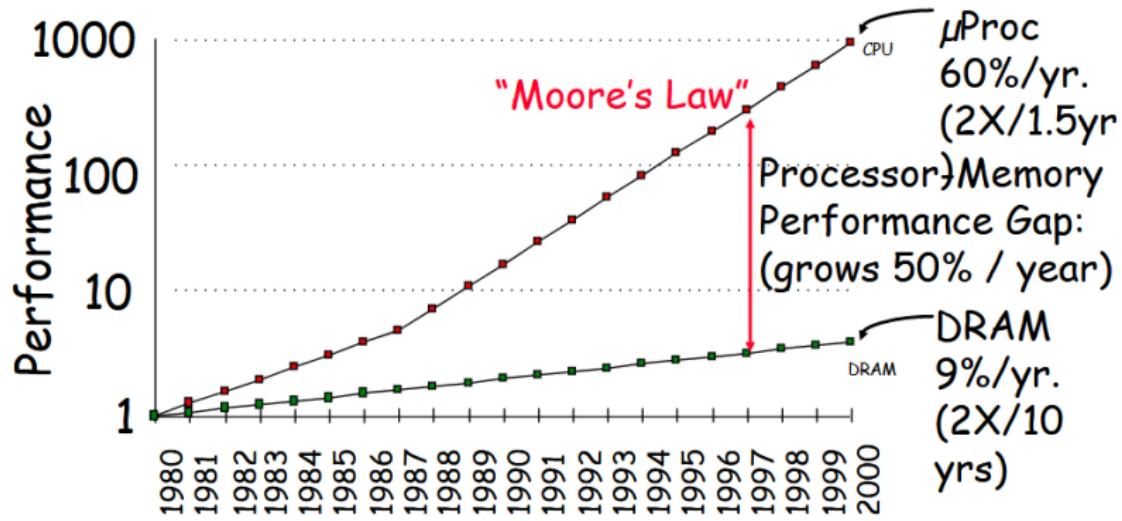
Source: G. Loh

Power Consumption

$$P_{cpu} = P_{dyn} + P_{sc} + P_{leak}$$

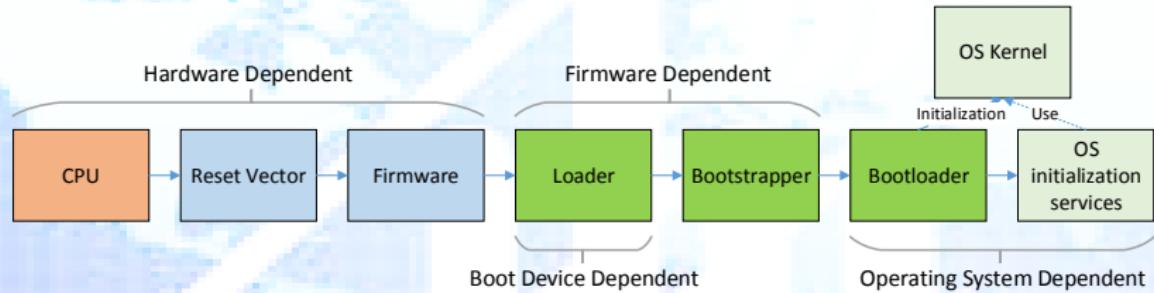
$$P_{dyn} = CV^2 f$$

Memory Wall



- Multi- and Many-Core процессоры
- Специализация ядер
- Тесная интеграция всех компонентов системы на одном кристалле
- Отказ от когерентности кэшей
- Память? До сих пор темная лошадка

Загрузка компьютера



- Монолитные ОС
- Гибридные ОС
- Микроядерные ОС
 - Первого поколения (Mach)
 - Второго поколения (L4)
- Экзоядерные ОС
 - Rump Kernel
 - Unikernel
- Многоядерные ОС

Принципы микроядра

- Исключительные права на привилегированный режим
- Принцип разделения политик и механизмов
- Принцип минимализма
- Микроядро как драйвер процессора
- Communication-less microkernel?

Механизмы не должны диктовать или ограничивать политики, в соответствии с которыми принимаются решения о том, какие операции разрешать и какие ресурсы выделять.

Принцип минимализма

Реализация концепции внутри микроядра допускается тогда и только тогда, если ее реализация за пределами ядра (т. е. разрешаются конкурирующие реализации) помешает реализации требуемых функциональных возможностей системы.

Функции микроядра

- Планирование процессора
- Управление памятью
- Управление вводом-выводом
- Межпроцессная коммуникация (IPC)

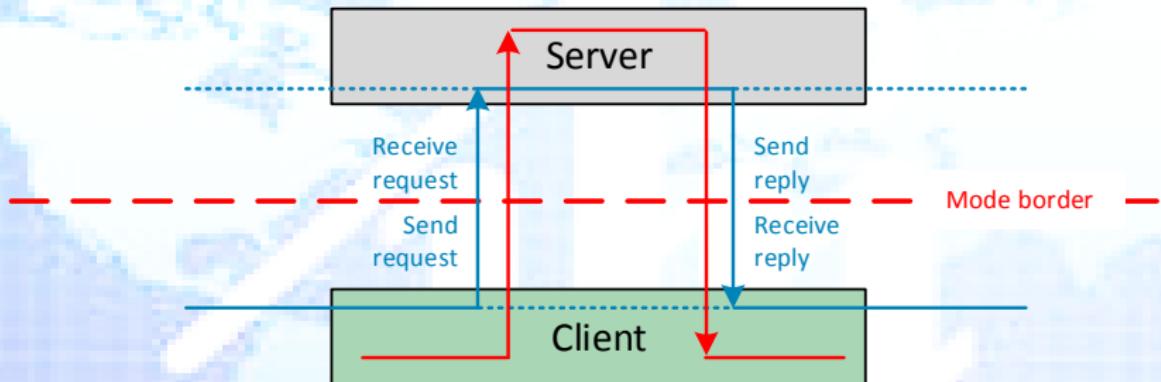


Linux Kernel vs L4
25000 kLOC vs 6.5 kLOC

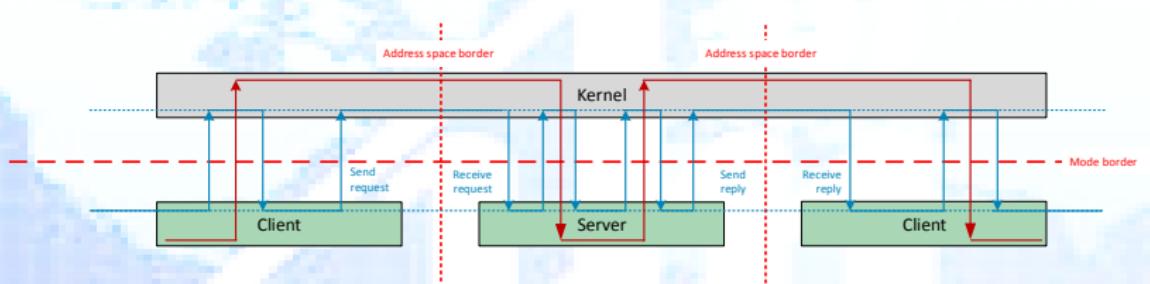
Name	Architect- ture	Size (kLOC)			Total
		C/C++	asm		
Original	486	0	6.4		6.4
L4/Alpha	Alpha	0	14.2		14.2
L4/MIPS	MIPS64	6.0	4.5		10.5
Hazelnut	x86	10.0	0.8		10.8
Pistachio	x86	22.4	1.4		23.0
L4-embedded	ARMv5	7.6	1.4		9.0
OKL4 3.0	ARMv6	15.0	0.0		15.0
Fiasco.OC	x86	36.2	1.1		37.6
seL4	ARMv6	9.7	0.5		10.2

Размер кода различных L4-подобных микроядер

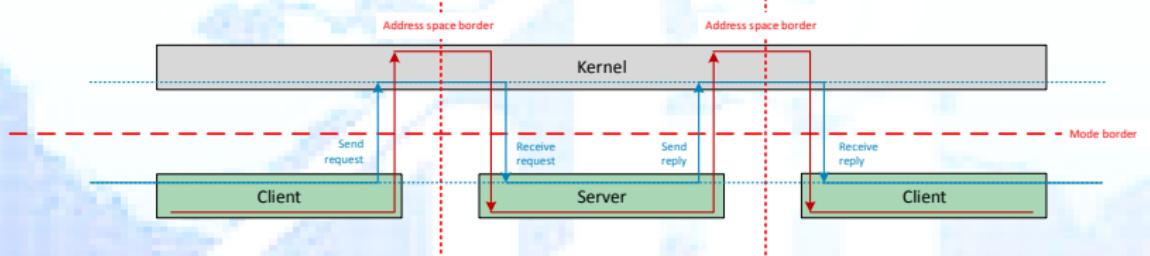
Monolithic Kernel Service Call



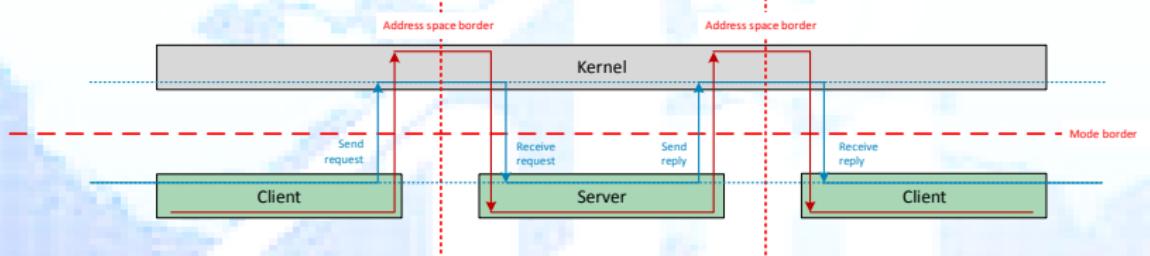
Asynchronous Message Passing



Synchronous Message Passing



Synchronous Message Passing



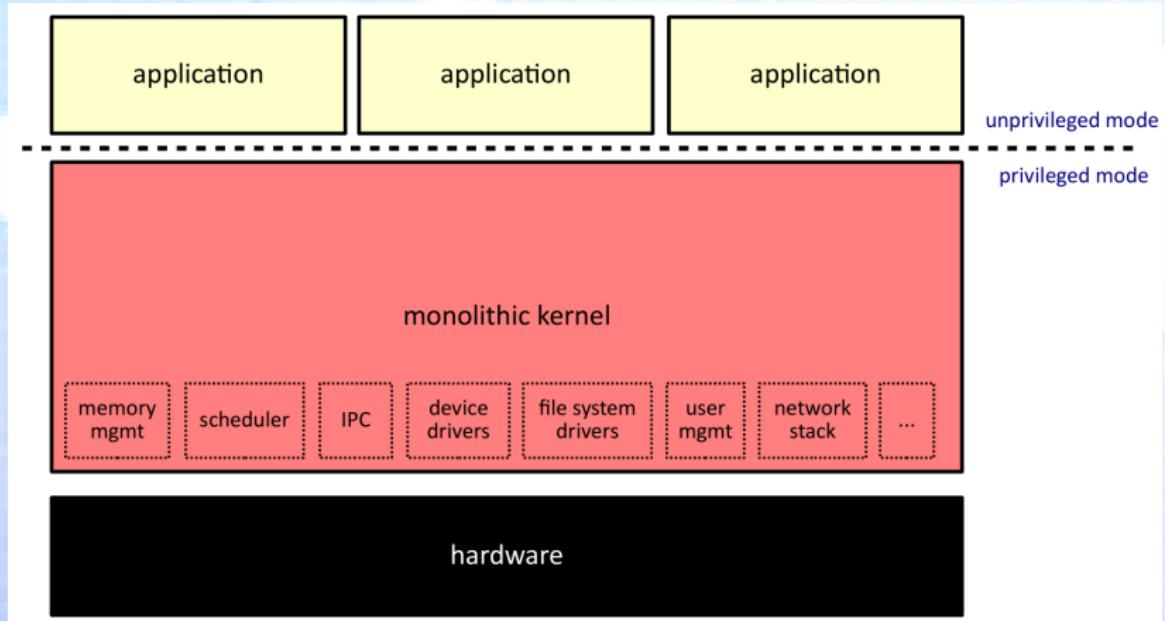
Synchronous Message Passing

Name	Year	Processor	MHz	Cycles	μ s
Original	1993	i486	50	250	5.00
Original	1997	Pentium	160	121	0.75
L4/MIPS	1997	R4700	100	86	0.86
L4/Alpha	1997	21064	433	45	0.10
Hazelnut	2002	Pentium 4	1,400	2,000	1.38
Pistachio	2005	Itanium 2	1,500	36	0.02
OKL4	2007	XScale 255	400	151	0.64
NOVA	2010	Core i7 (Bloomfield) 32-bit	2,660	288	0.11
seL4	2013	Core i7 4770 (Haswell) 32-bit	3,400	301	0.09
seL4	2013	ARM11	532	188	0.35
seL4	2013	Cortex A9	1,000	316	0.32

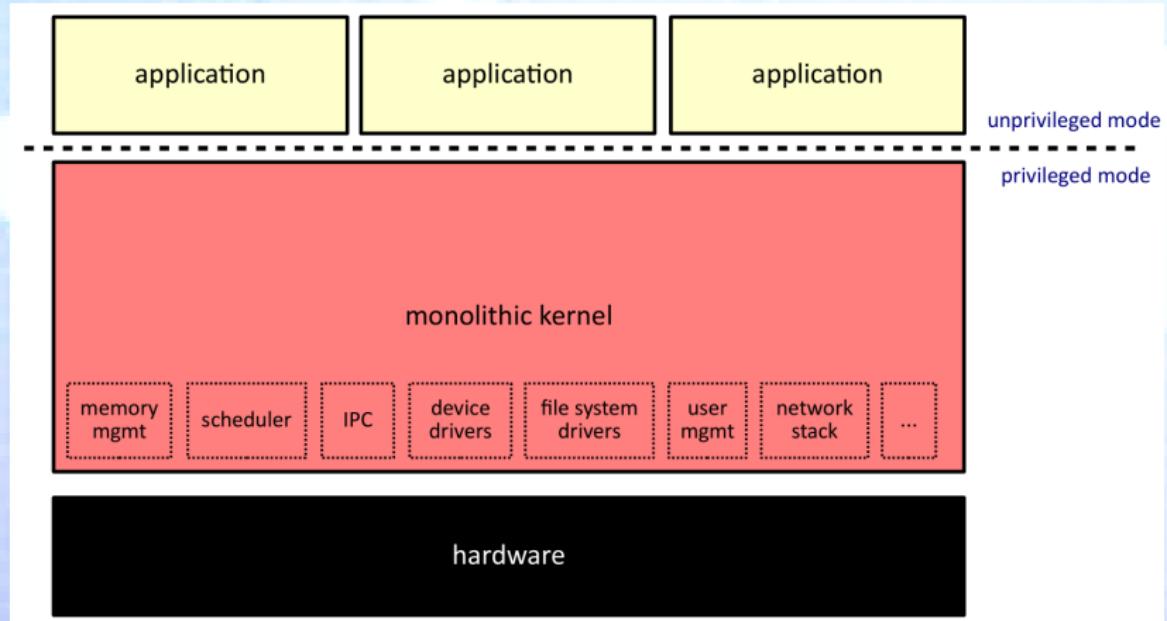
Достоинства микроядра

- + Стоимость поддержки
- + Надежность
- + Отказоустойчивость
- + Безопасность
- + Масштабируемость
- + Динамизм
- - Производительность

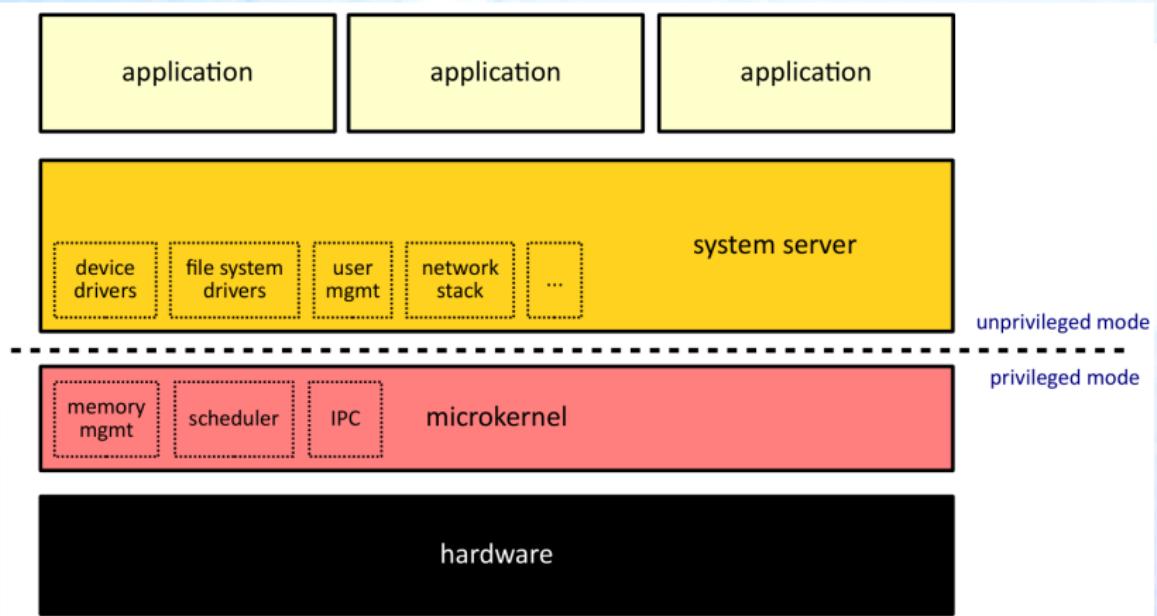
Монолитное ядро



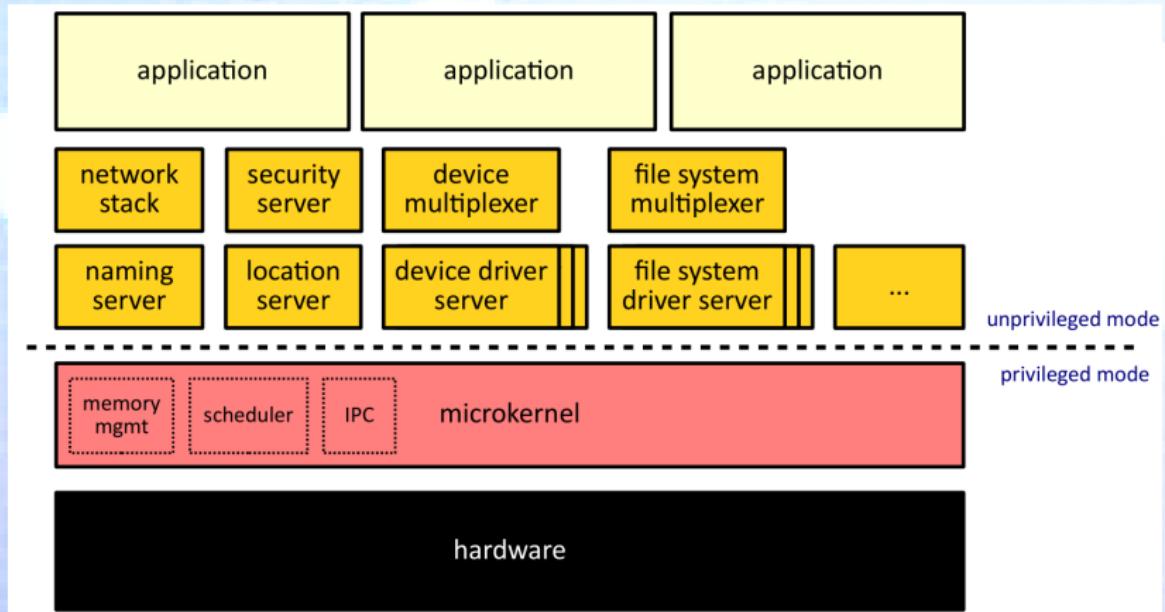
Монолитное ядро



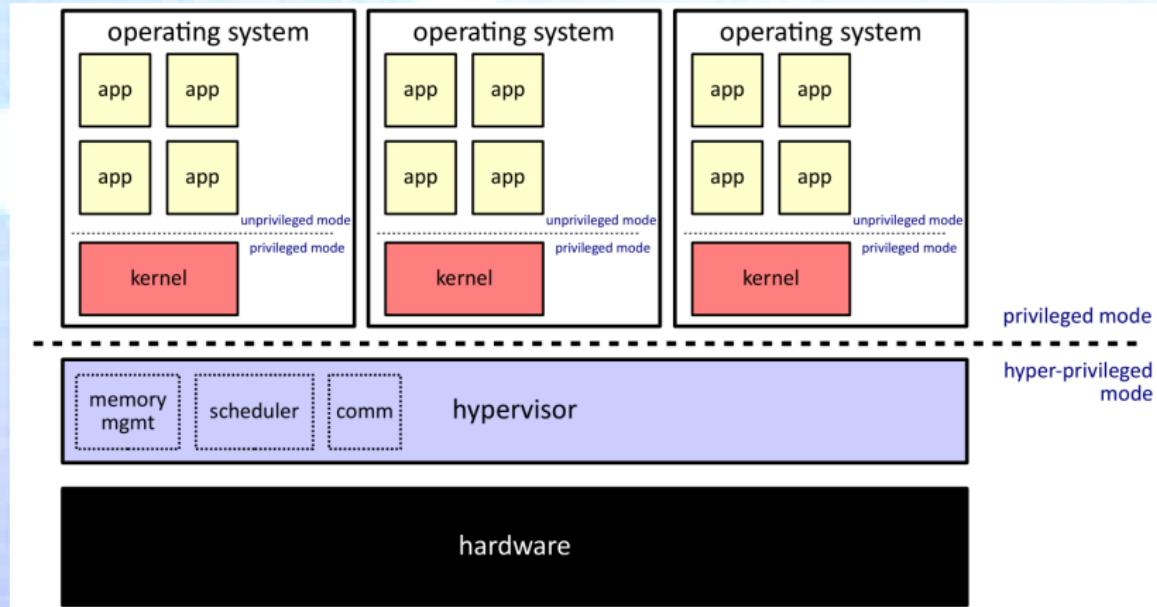
Микроядро |



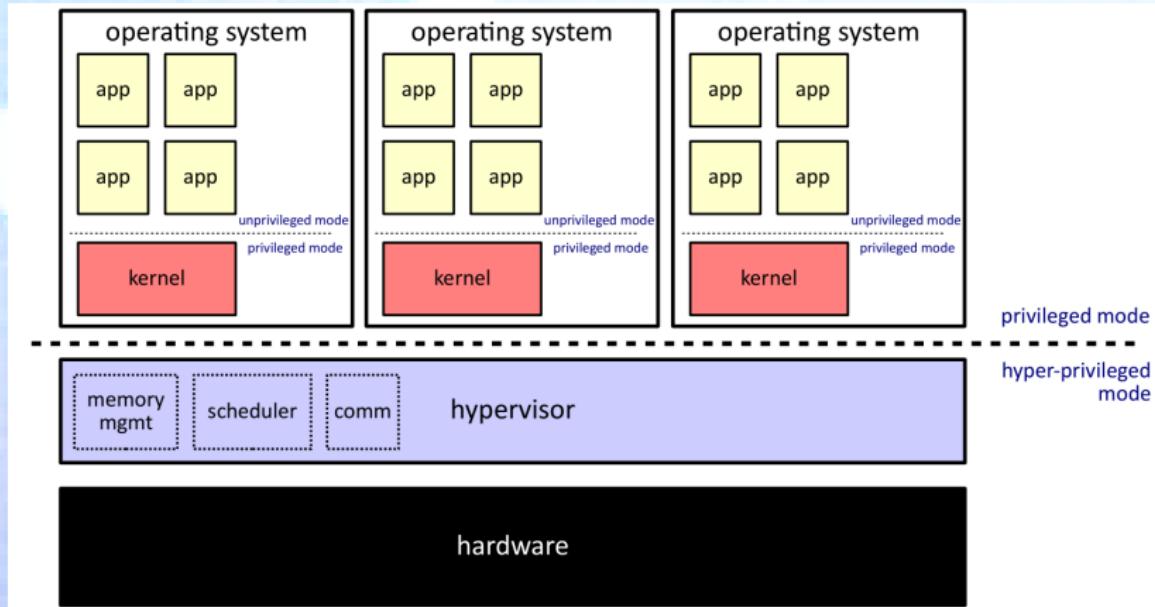
Микроядро II



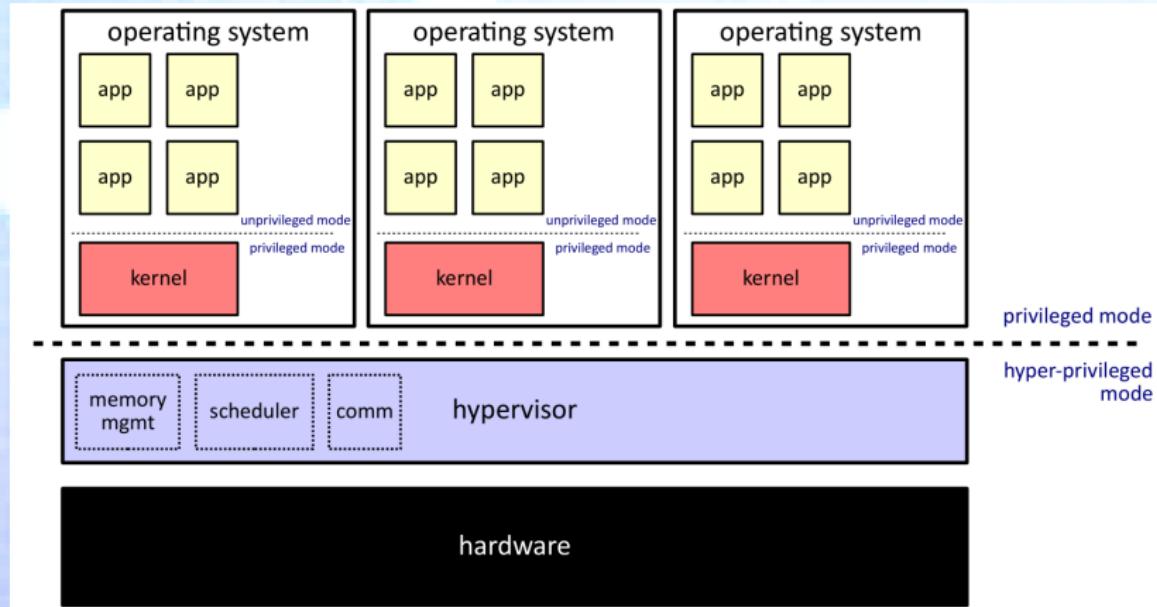
Гипервизор



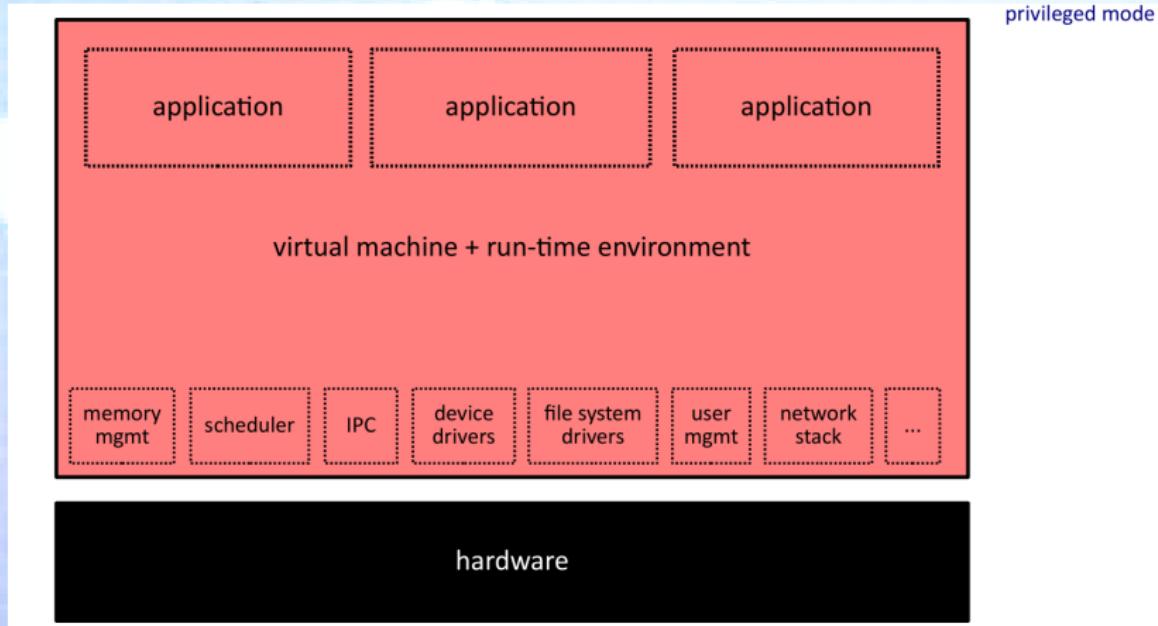
Экзоядро



Экзоядро



Singularity



Многоядерные ОС

