



Киев, ИПМЭ НАН Украины, Моделирование-2010

Постбинарный компьютеринг и моделирование сложных систем в контексте кодо-логической эволюции

Аноприенко Александр Яковлевич

Декан факультета
компьютерных наук и технологий
Донецкого национального технического университета

13.05.2010



Истоки идеи: послечернобыльский Киев: 1986 год...

Академик Никита Моисеев, один из авторов модели «ядерной зимы», «Алгоритмы развития»:

«Удивительная эффективность генетического кода»

Главный вопрос:

Какой вариант компьютерного кодирования с основанием 4 будет качественно лучше традиционного бинарного кода и сможет быть соизмеримым по информационной эффективности с генетическим кодированием???

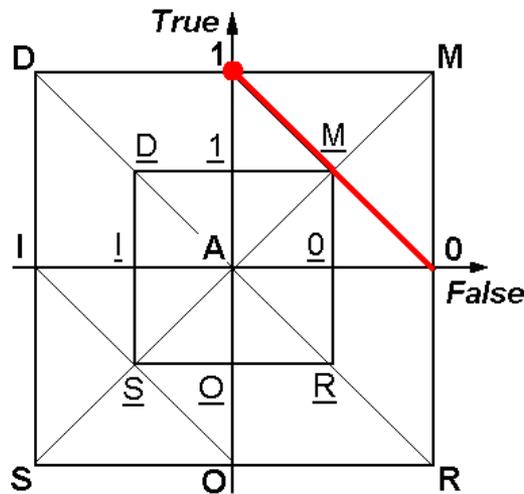


Какой вариант компьютерного кодирования с основанием 4 будет качественно лучше традиционного бинарного кода и сможет быть соизмеримым по информационной эффективности с генетическим кодированием???

Квазигенетический код

+ квазигенетическая логика

= квазигенетический компьютер !!!



Выход логических основ компьютеринга за пределы «тонкой красной линии» в рамках двумерного логического пространства

Основной вариант: **тетралогика**

Кроме 0 и 1 также

A – Абсолютная неопределенность

M - Множественность



Какой вариант компьютерного кодирования с основанием 4 будет качественно лучше традиционного бинарного кода и сможет быть соизмеримым по информационной эффективности с генетическим кодированием???

Еще об истоках идеи:

1990 год (годовая стажировка в Штуттгартском университете), профессор Андреас Ройтер, основатель Института параллельных и суперкомпьютерных систем Штуттгартского университета:

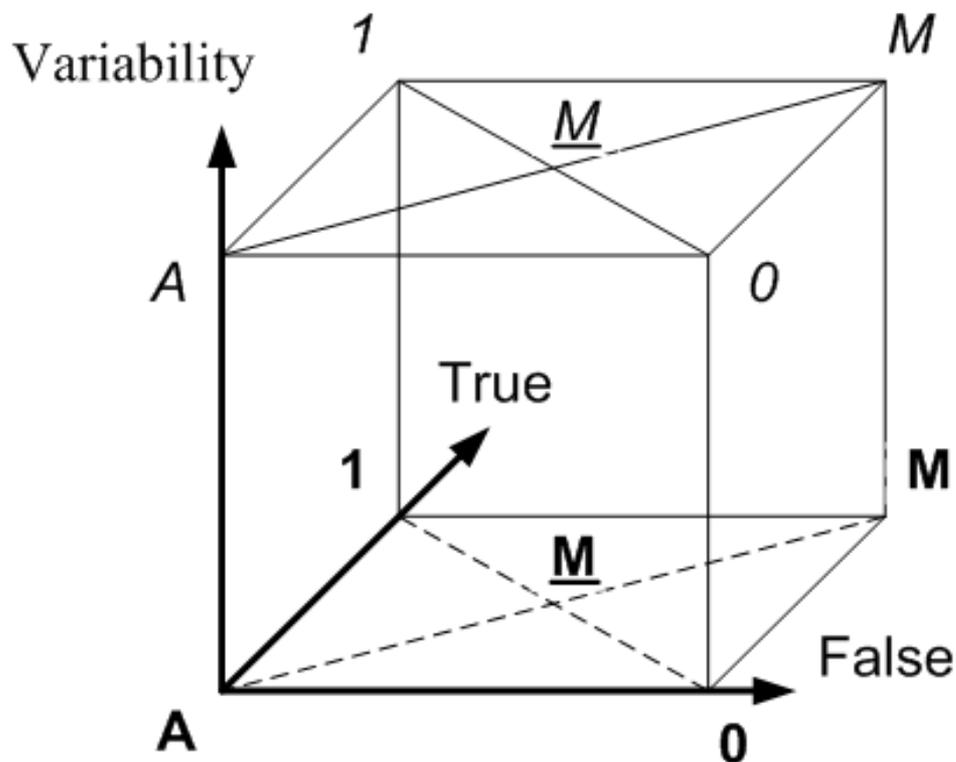
«Необходимость пост-неймановской (и пост-тьюринговской, и пост-бинарной) парадигмы для современного компьютеринга, ориентированного на постоянный рост степени параллелизма!»



В 2000 году в большой обзорной работе «Логика на рубеже тысячелетий» А.С. Карпенко пришел к весьма характерному выводу, суть которого в следующей цитате:

«Конец века и конец второго тысячелетия... стал той критической точкой, когда под невероятным давлением окончательно рухнула конструкция под названием “классическая логика”»

В итоге А.С. Карпенко детализирует содержание «революции 90-х» в логике как фактическое исчерпание к этому времени практического потенциала ее простейших форм:



И далее:
еще ближе к
квазигенетической
логике:

Трехмерное логическое пространство может быть порождено базисом, состоящим из ортонормированной системы векторов «Истина» (может обозначаться как Т – «True» или Y – «Yes»), «Ложь» (F – «False» или N – «No») и «Вариабельность» (V – «Variability»).



Эволюция кодо-логического базиса

0D

1D

2D

3D

... 0 AD ... 2000 AD ...

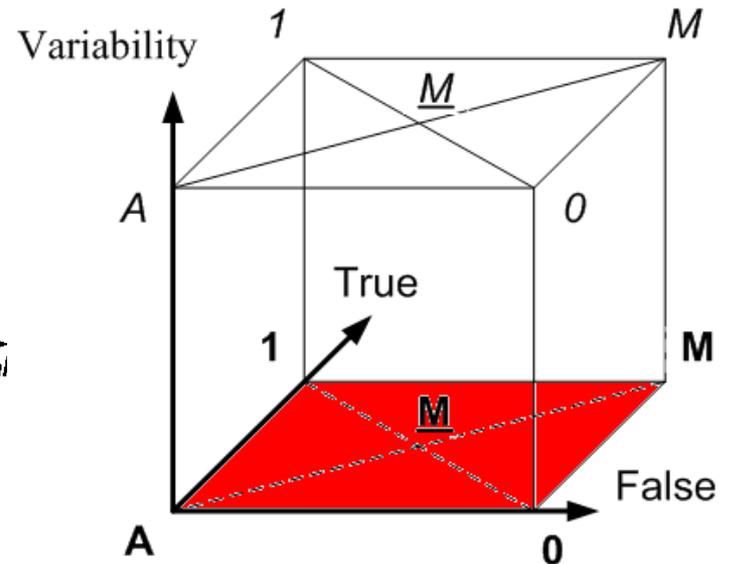
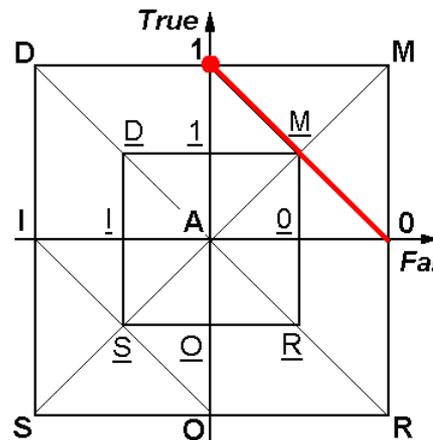
1

1

0

0.5

continuum of values



Моно-эпоха

Ди-эпоха

Гипер-эпоха



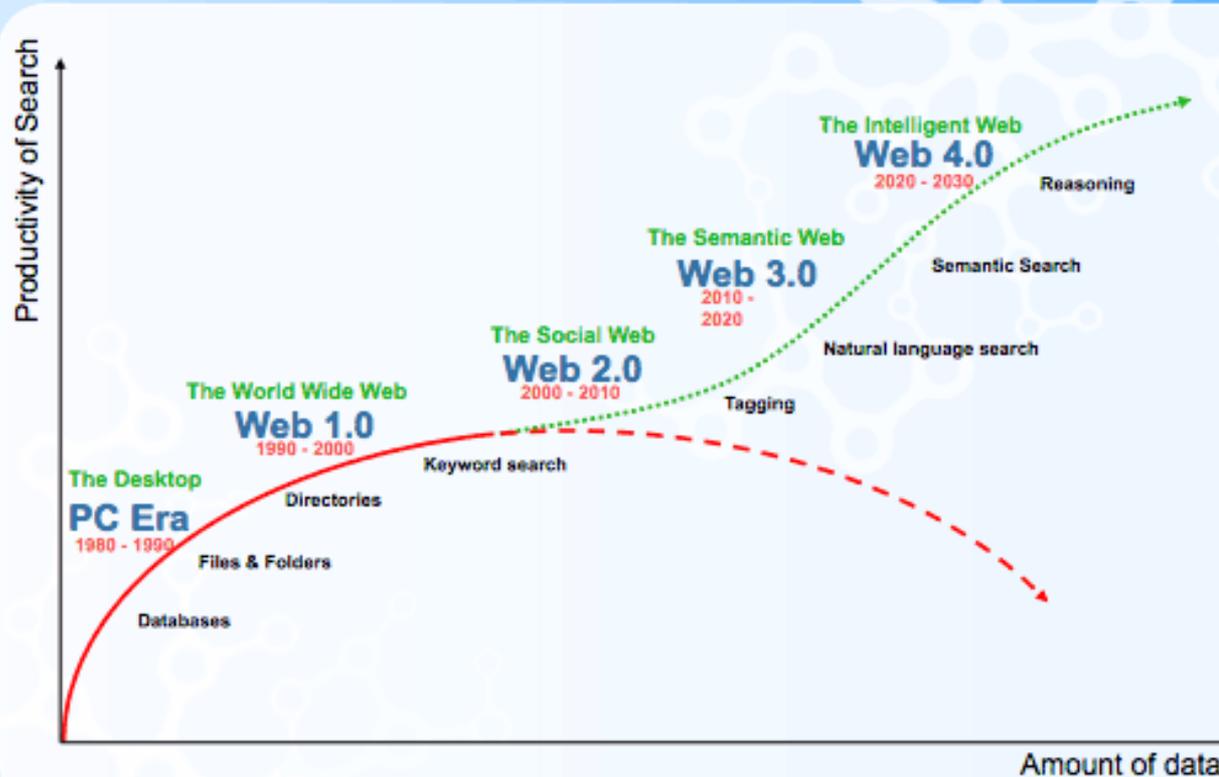
Развитие методов компьютеринга
в контексте кодо-логической эволюции

Метод компьютеринга	Базис	Монологика и монокоды	Диалогика и дикоды (двоичные)	Гиперлогика и гиперкоды
Пра-бинарный		Единство числа, интерфейса и алгоритма	-	-
Бинарный		Интерфейсная составляющая (графики, диаграммы...)	«Точечные» (бинарные) логика и число	-
Пост-бинарный		Интерфейсная составляющая (графики, диаграммы...)	Бинарная составляющая: «Точечные» логика и число	Постбинарные множественные виды логики и представления числа

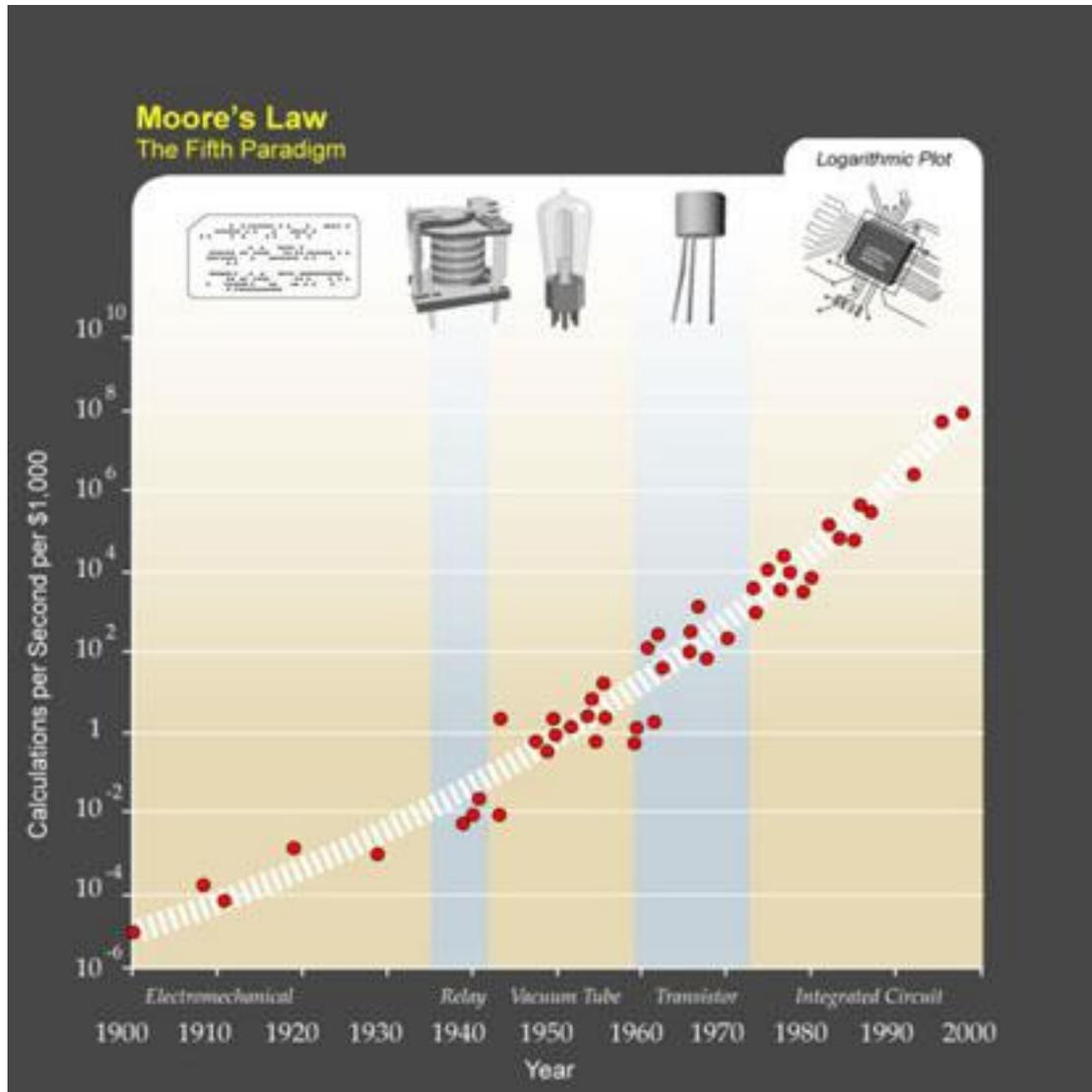


Постбинарный компьютеринг 2010-2030: «Семантическая» революция:

Beyond the Limits of Keyword Search



1. Web-технологии
2. Grid-технологии
3. ...
4. Число и логика !!!

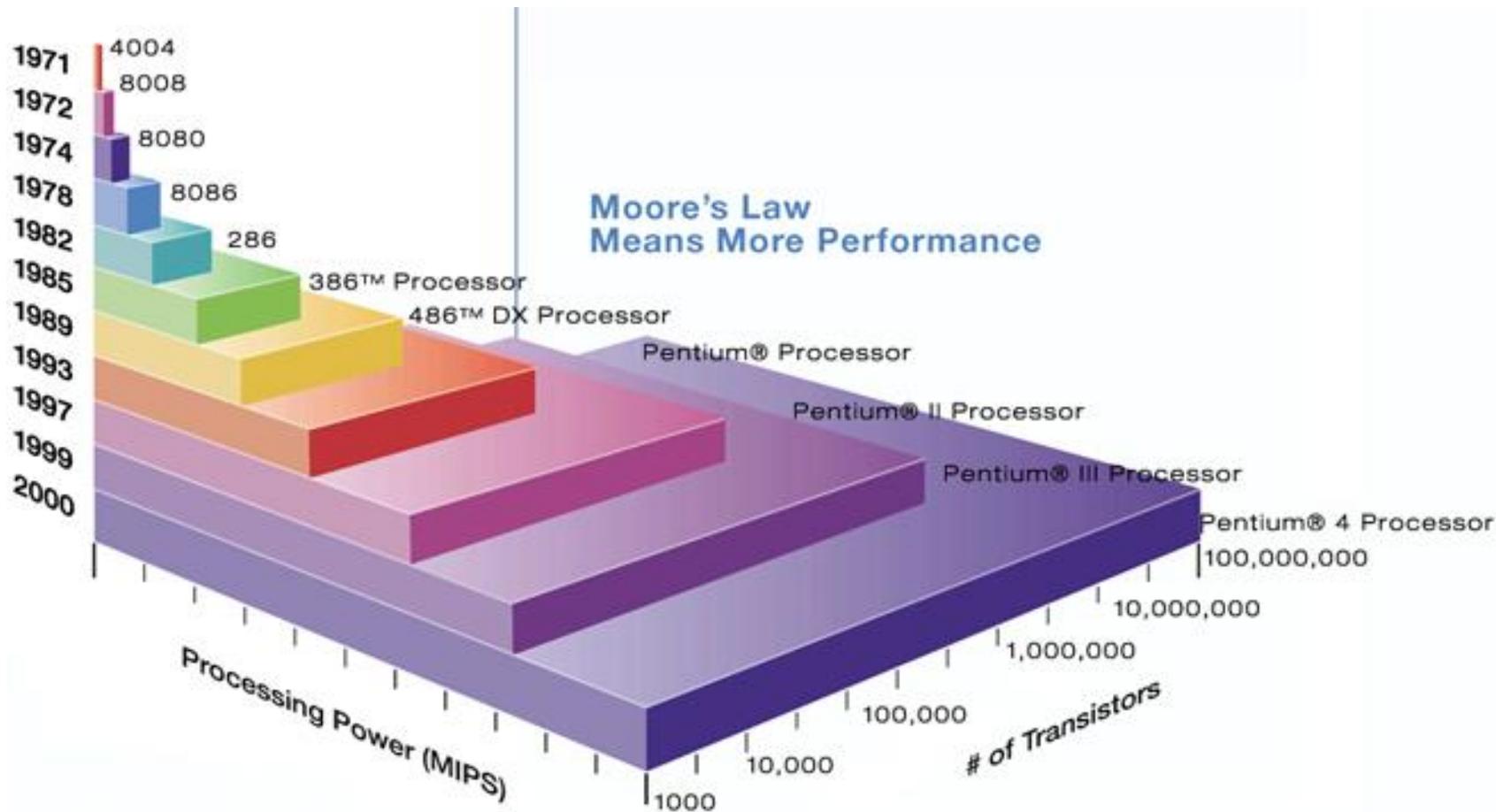


**Закон Мура
реально
действует
уже более
100 лет...**

**И, скорее всего,
будет
действовать
минимум
еще столько же**



Действие закона Мура в 1970-2000 гг.

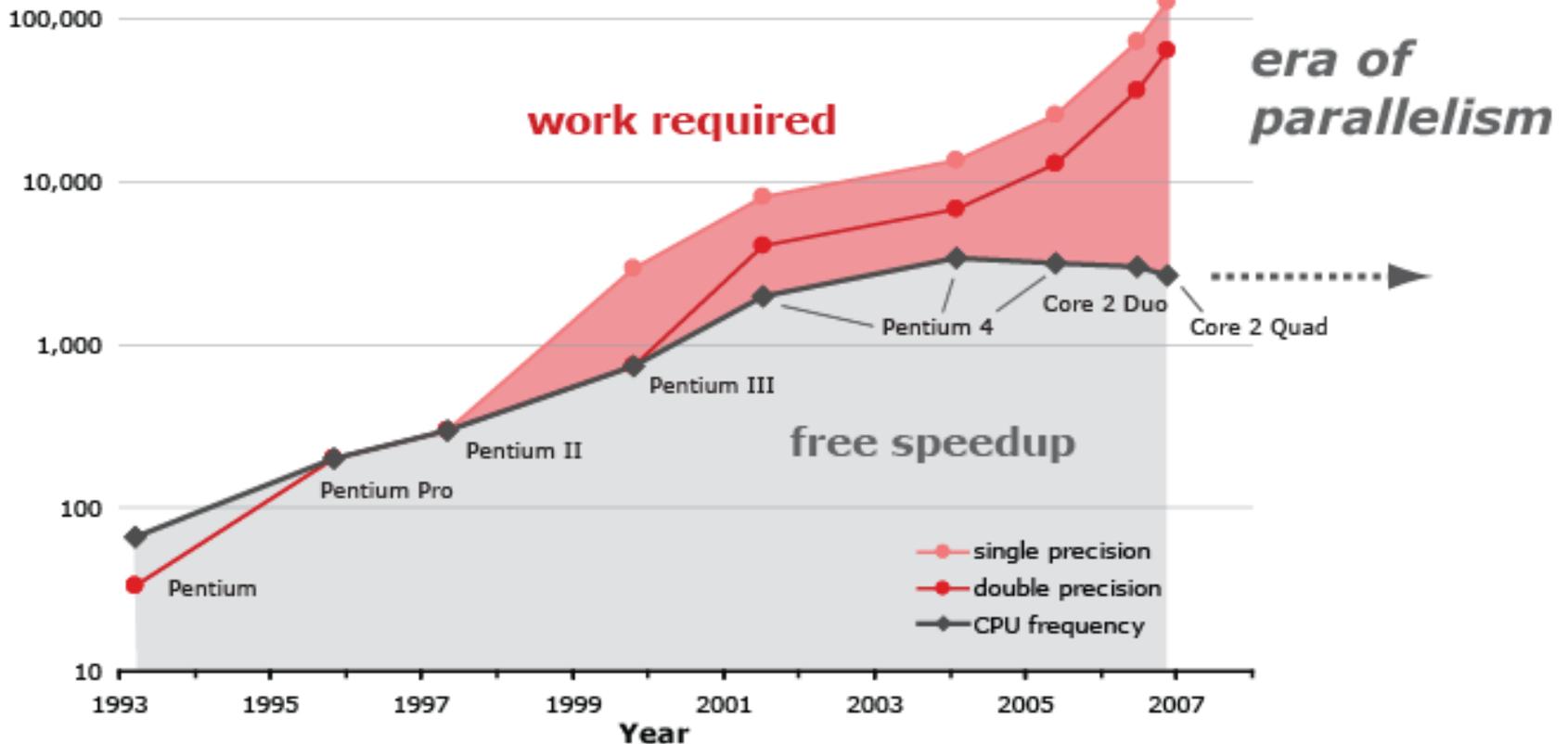




Закон Мура с 2000 года

Evolution of Intel Platforms

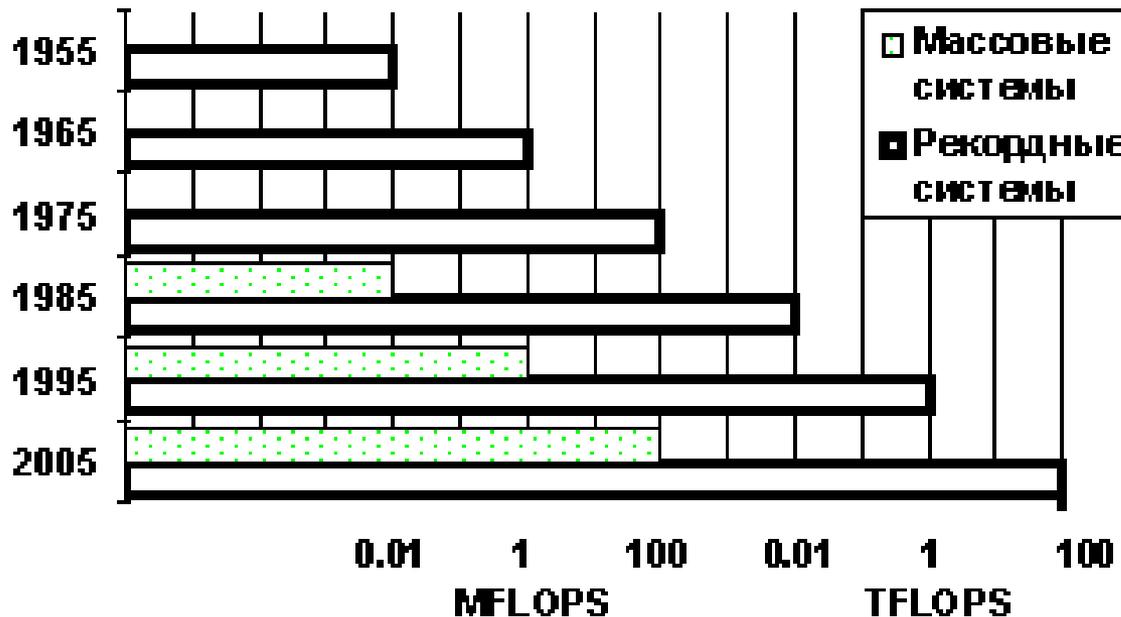
Floating point peak performance [Mflop/s]
CPU frequency [MHz]



data: www.sandpile.org



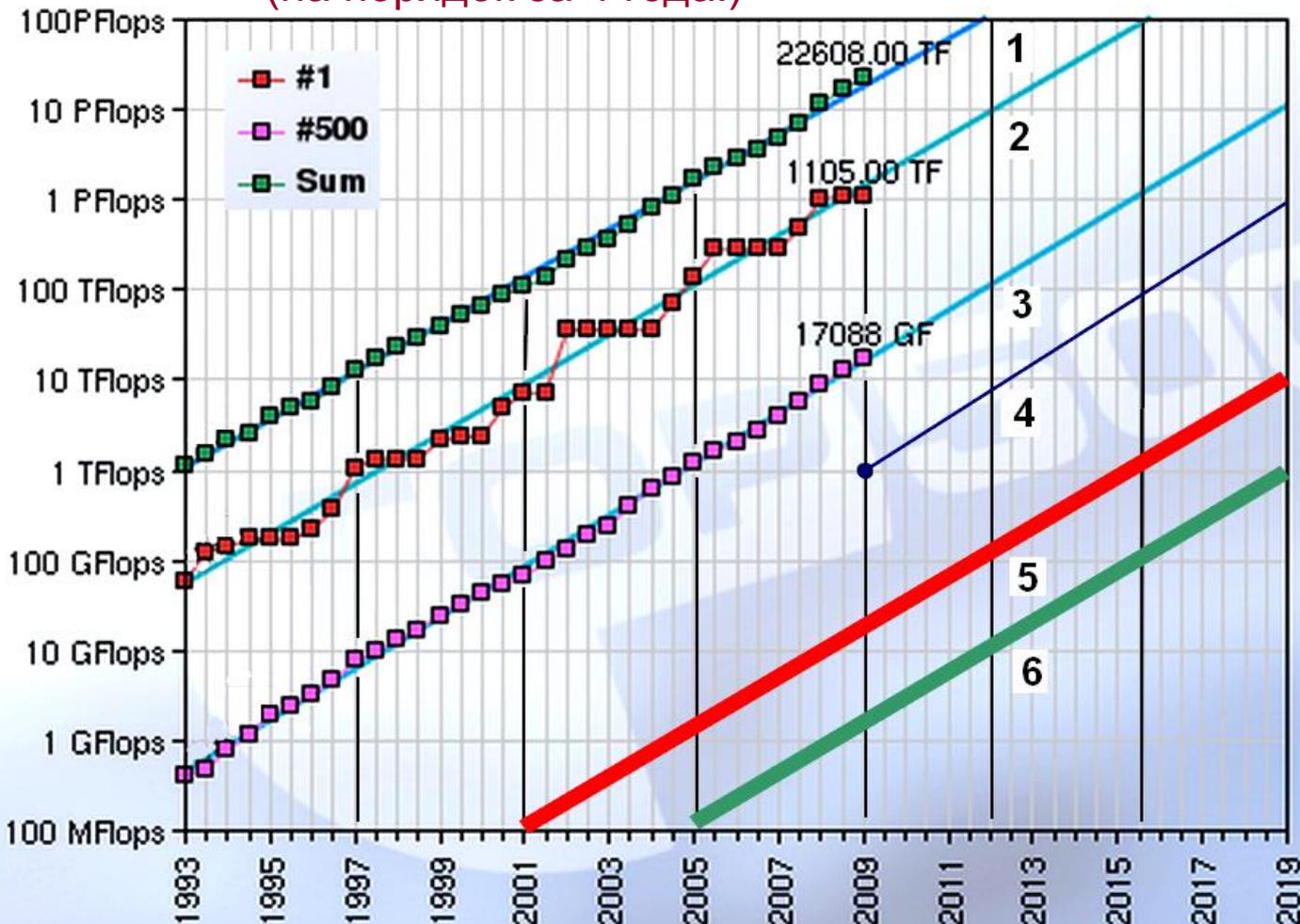
Гипотеза-1995: Рекордные и массовые системы – 30-летний «лаг» в 6 порядков (на порядок за 5 лет?)



Рекордные/
массовые
**1985: 0.01 ТФлопс/
0.01 МФлопс**
**1995: 1 ТФлопс/
1 МФлопс**
**2005: 100 ТФлопс/
100 ТФлопс**



Реальные закономерности роста
производительности систем разного уровня:
(на порядок за 4 года!)



1 - Сумма «Топ 500»
2 - № 1 «Топ 500»
3 - № 500 «Топ 500»

4 - «Персональные суперкомпьютеры»
5 - Сервера / персональные «Топ-компьютеры»
6 - Массовые персональные компьютеры

1 TFlops: «лаги»

1 - 1993 (X-4)

2 - 1997 (X)

3 - 2005 (X+8)

4 - 2009 (X+12)

5 - 2015 (X+18)

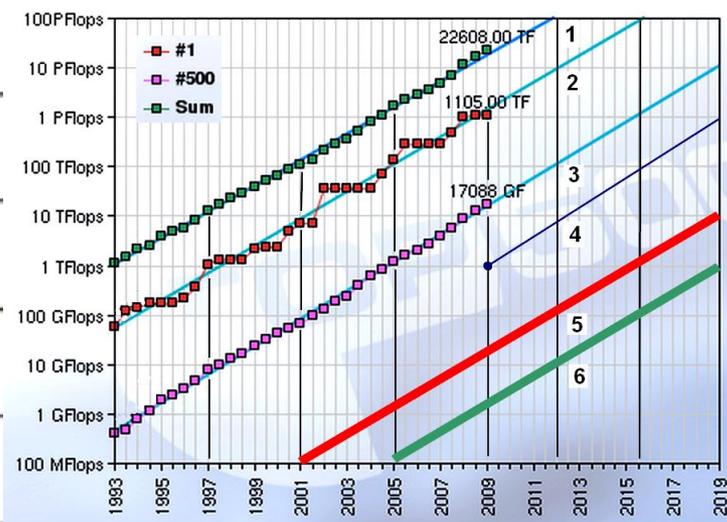
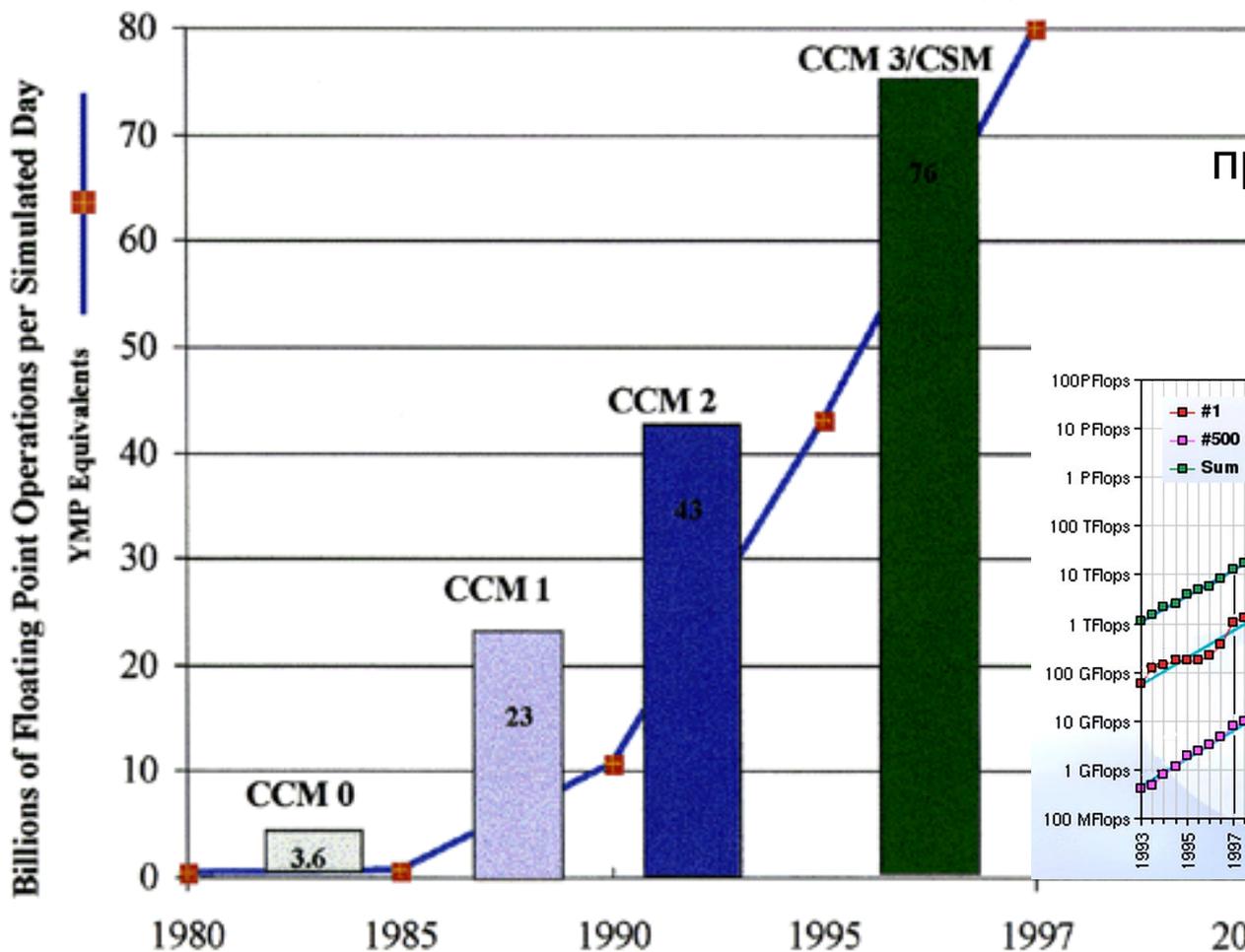
6 - 2019 (X+22)₁₆



Гфлопс
на один день
прогноза погоды

Динамика роста
требуемой производительности
для моделей прогноза погоды:

...строго
в темпе роста
производительности
компьютерных
СИСТЕМ





Основные форматы стандарта IEEE 754-2008 (вместо IEEE 754-1985)

	Название	Разрядность мантиссы со знаком (десятичных знаков)	Разрядност ь порядка (со знаком)	Макс. значение порядка
binary32	Single (одинарная точность)	24 (>6)	8	+127
binary64	Double (двойная точность)	53 (>12)	11	+1023
binary128	Quad (квадро точность)	113 (>28)	15	+16383
π	3,14...	3,1416...	3,1415926535897932384626433832795...	



Основные форматы стандарта IEEE 754-2008 (вместо IEEE 754-1985)

binary32	Single (одинарная точность)	24 (>6)	8	+127
binary64	Double (двойная точность)	53 (>12)	11	+1023
binary128	Quad (квадро точность)	113 (>28)	15	+16383



3,14

3,1416

3,1415926535897932384626433832795...

Максимально доступная на сегодня точность: до стомиллионного знака: 42 МБ



3,14 3,1416 3,1415926535897932384626433832795...

Но большинство исходных данных
представлены с существенно меньшей точностью:

От 5% «инженерной погрешности» эпохи логарифмических линеек
до примерно 0,005 %, получаемых
от современных электронных датчиков

Кроме этого, потеря точности во время вычислений и пр.

**Современное компьютерное число не содержит никакой информации
об исходной или текущей точности – по мере роста разрядности
это превращается в большую проблему**

Все это породило «интервальные вычисления»,
помогающие решить многие проблемы вычислительного
моделирования сложных систем



3,14 3,1416 3,1415926535897932384626433832795...

Современное компьютерное число не содержит никакой информации об исходной или текущей точности – по мере роста разрядности это превращается в большую проблему

Проблемы «интервальных вычислений»:

1. Сложность аппаратной поддержки
2. Существенное противоречие, связанное с излишней (максимальной) точностью задания границ интервалов, отражающих зачастую как раз неточность исходных данных

Вариант решения: переход к нормированной («естественной») интервальности на базе тетракодов



От бинарных вычислений к постбинарным:

Современное компьютерное число не содержит никакой информации об исходной или текущей точности – по мере роста разрядности это превращается в большую проблему

**Правильное (постбинарное) представление
количественных значений на базе тетракода:**

0101101111101001MMMMMMMMAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA

«точечная»

«интервальная»

«незначимая»

часть (бинарная)

часть

часть

Естественный «параллелизм» такого числа определяется
количеством разрядов множественности М



Основные направления постбинарных исследований в ДонНТУ:

1. Разработка теоретических основ постбинарных вычислений и постбинарного вычислительного моделирования
2. Использование в теории и практике **моделирования клеточных автоматов** (вначале это было просто средство наглядной визуализации двумерных тетракодов)
3. Реализация «естественных» интервальных вычислений программным путем на системах различного масштаба (от мобильных до суперкомпьютерных) – ближняя перспектива
4. Аппаратная реализация постбинарных процессоров – дальняя перспектива



Основные направления постбинарных исследований в ДонНТУ:



Исследование «естественных» интервальных вычислений программным путем на базе **SciLab** на системах различного масштаба (от мобильных до суперкомпьютерных)

Техническая база:
NEC Xeon Linux Cluster
100 2-х процессорных узлов
2,5 ТФлопс
(В 2005-2006 в Top 500)



Как правильно ссылаться на данный доклад:

Аноприенко А.Я. Постбинарный компьютеринг и моделирование сложных систем в контексте кодо-логической эволюции // Доклад на международной научной конференции «Моделирование-2010» (13-14 мая 2010 года). – Киев, НАН Украины, Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова, 2010 (презентация доклада).

Аннотация

Расширение масштабов использования средств компьютерного моделирование и комплексное усложнение вычислительных моделей существенно актуализировали в настоящее время вопросы эффективной компьютерной поддержки моделирования сложных систем. Одной из основных тенденций при этом является стремление выйти за пределы ограничений, накладываемых классическим бинарным кодо-логическим базисом и основанными на нем традиционными архитектурами компьютерных систем. Фактически, мы наблюдаем начало постепенного, но довольно стремительного перехода к постбинарным вычислениям, основанным, с одной стороны, на использовании глобальной вычислительной инфраструктуры, а с другой – на коренном пересмотре кодо-логических основ современного компьютеринга. В докладе в качестве одного из примеров кодо-логической эволюции рассматриваются особенности постбинарной реализация интервальных вычислений в компьютерном моделировании. 25



Литература

1. Аноприенко А.Я., Святный В.А. Высокопроизводительные информационно-моделирующие среды для исследования, разработки и сопровождения сложных динамических систем // Научные труды Донецкого государственного технического университета. Выпуск 29. Серия «Проблемы моделирования и автоматизации проектирования динамических систем» – Севастополь: «Вебер». – 2001. С. 346-367.
2. Аноприенко А.Я. Обобщенный кодо-логический базис в вычислительном моделировании и представлении знаний: эволюция идеи и перспективы развития // Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Информатика, кибернетика и вычислительная техника» (ИКВТ-2005) выпуск 93: – Донецк: ДонНТУ, 2005. С. 289-316.
3. Аноприенко А.Я. Археомоделирование: доцифровая эпоха в вычислительном моделировании и ее значение в контексте обобщенного кодо-логического базиса // Материалы второй международной научно-технической конференции «Моделирование и компьютерная графика» 10–12 октября 2007 года, Донецк, ДонНТУ. – 2007. С. 29-34.
4. Аноприенко А.Я., Коноплева А.П., Хасан Аль Абабех. Постбинарный компьютеринг, Grid и «облачные вычисления»: новые реальности компьютерного моделирования // Материалы третьей международной научно-технической конференции «Моделирование и компьютерная графика» 7-9 октября 2009 года, Донецк, ДонНТУ, 2009. 6 С.
5. Карпенко А.С. Логика на рубеже тысячелетий // Online Journal “Logical Studies”, N5 (2000) < http://ihtik.lib.ru/philosoph/ihtik_131.htm>.