



курс "Human-Machine Interaction(HMI)"

Лекции 2,3. HMI -парадигмы взаимодействия

Магистратура "ИВК"(ФКИ)

Гаршина В.В. garshina@cs.vsu.ru

Основные задачи человеко-компьютерного взаимодействия

- Какой должна быть интерактивная система, чтобы быть понятной и удобной в применении, восприимчивой к потребностям пользователей?
- Как измерить степень удобства применения интерфейса (его юзабилити)?

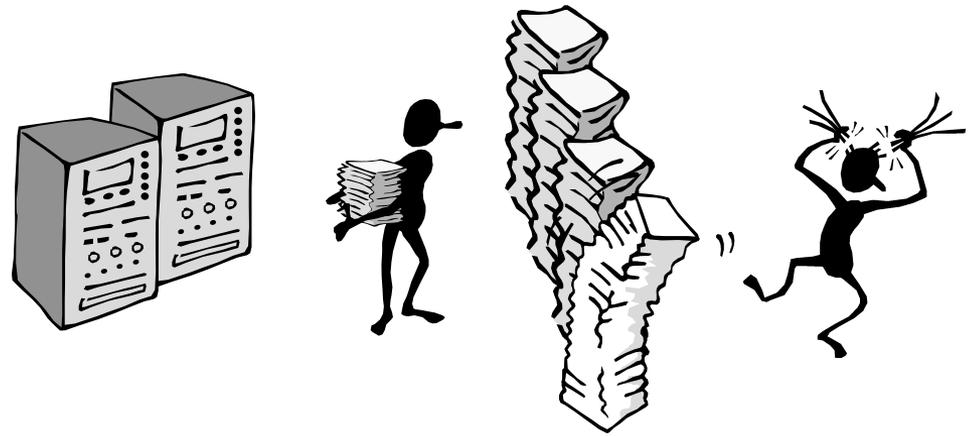
История проектирования интерактивных систем связана с рядом парадигм НМІ.

Парадигмы НМИ

История появления. Принципы.

Первоначальная парадигма

- пакетная
обработка



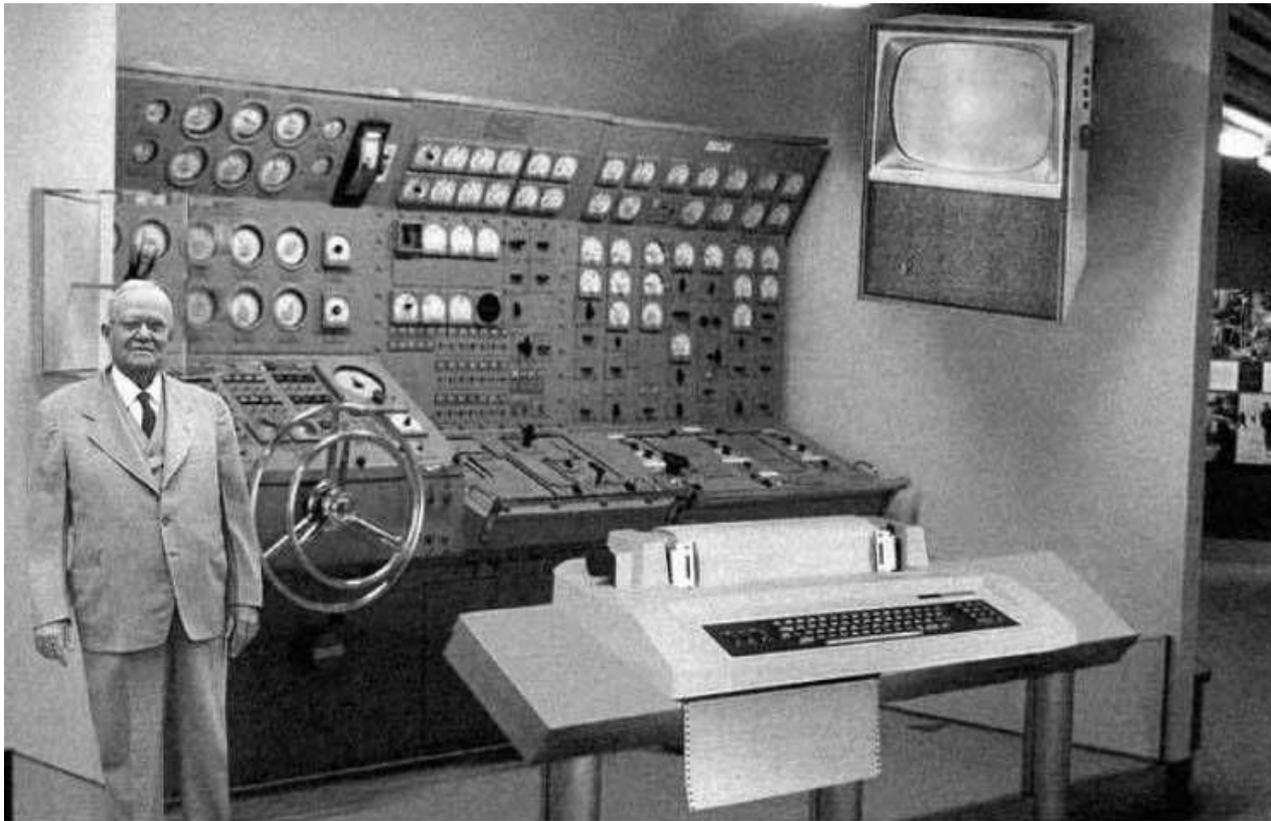
Impersonal computing



(**R**esearch **a**nd **D**evelopment)— американский стратегический исследовательский центр – «фабрика мысли» (think tank) <http://www.rand.org..>

- основан в конце 1945 г. генералами армии США Арнольдом, Боулесом, Норстадом, ЛеМэем, Реймондом, Коллбомом и Дугласом в рамках Авиационной компании «Дуглас» в Санта-Монике (Калифорния, США) в целях охраны национальной безопасности страны.
- линейное программирование, динамическое программирование, определение очередности проблем, нелинейное программирование, метод Монте-Карло, теория игр и т.д.

RAND



Scientists from the RAND Corporation have created this model to illustrate how a "home computer" could look like in the year 2004. However the needed technology will not be economically feasible for the average home. Also the scientists readily admit that the computer will require not yet invented technology to actually work, but 50 years from now scientific progress is expected to solve these problems. With teletype interface and the Fortran language, the computer will be easy to use.

Eniac (1943)

Electronic Numerical Integrator» («Электронный числовой интегратор»), позднее к названию было добавлено «and Computer» («и компьютер»)

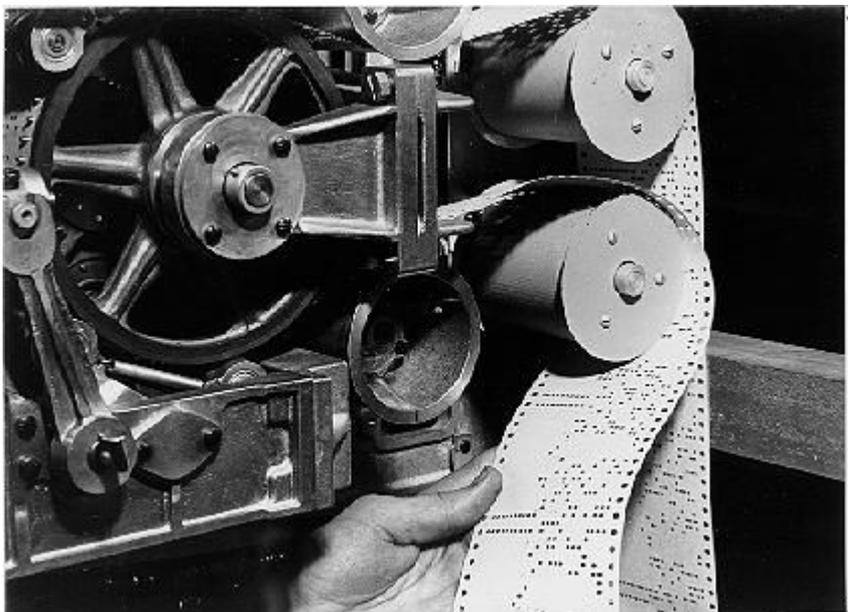


- Общий вид ENIAC, первой в мире ЭВМ.

Характеристики Eniac (1943)

- На создание ENIAC ушло 200 000 человеко-часов и 486 804,22 доллара США. Всего комплекс включал в себя 17 468 ламп 16 различных типов, 7200 кремниевых диодов, 1500 реле, 70 000 резисторов и 10 000 конденсаторов.
- Вес — 27 тонн.
- Объём памяти — 20 число-слов.
- Потребляемая мощность — 174 кВт
- Вычислительная мощность — 357 операций умножения или 5000 операций сложения в секунду.
- Тактовая частота — 100 кГц, то есть один импульс каждые 10 микросекунд. Основной вычислительный такт состоял из 20 импульсов и занимал 200 микросекунд. Сложение выполнялось за 1 такт, умножение — за 14 тактов. Умножение заменялось многократным сложением, так что 1 умножение равнялось 14 операциям сложения и выполнялось, соответственно, за 2800 микросекунд.
- Устройство ввода-вывода данных — табулятор перфокарт компании IBM: 125 карт/минуту на ввод, 100 карт/минуту на вывод.

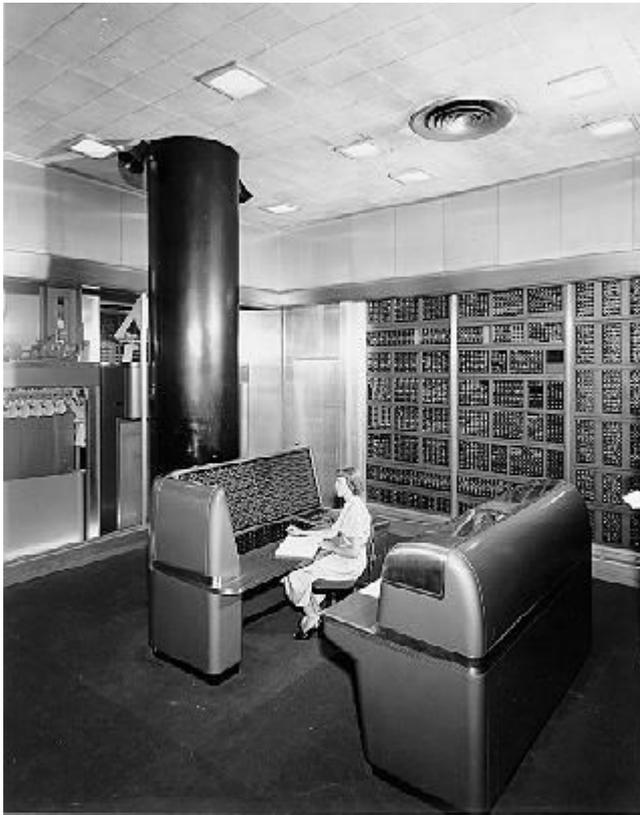
Mark I (1944)



- первый американский программируемый компьютер.
- Разработан IBM и молодым гарвардским математиком Говардом Эйкенем и ещё четырьмя инженерами этой компании на основе идей Чарльза Бэббиджа.
- Компьютер оперировал 72 числами, состоящими из 23 десятичных разрядов, делая по 3 операции сложения или вычитания в секунду. Умножение выполнялось в течение 6 секунд, деление — 15,3 секунды, на операции вычисления логарифмов и выполнение тригонометрических функций требовалось больше минуты.

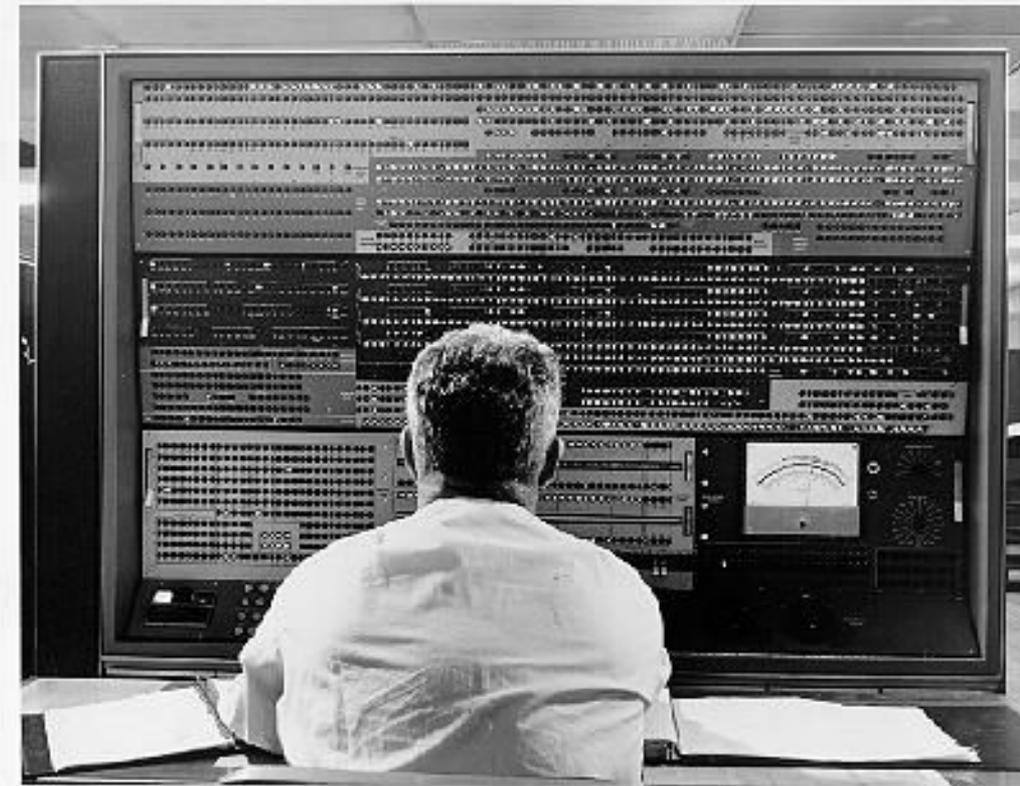
IBM SSEC (1948)

IBM Selective Sequence Electronic Calculator



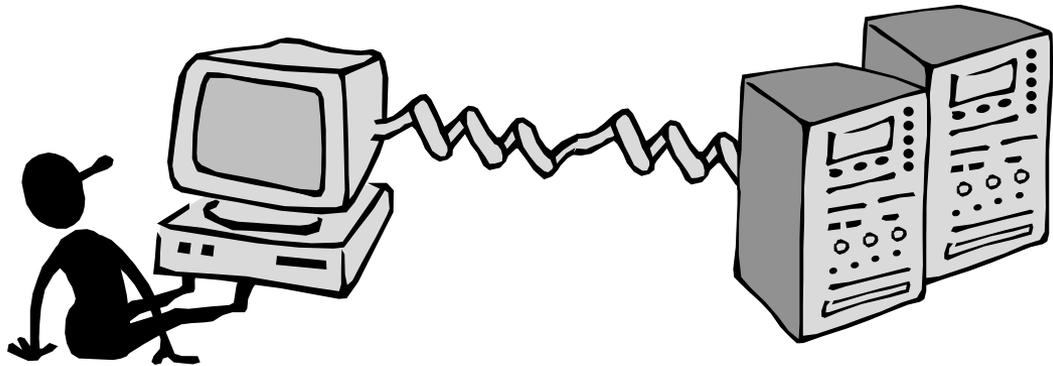
- Собственная система команд и правила разработки программы.
- гибрид вакуумных трубок и электромеханических реле.
- Память была организована 19-разрядных десятичных чисел.

Stretch (1961)



Пример смены парадигм

- Пакетная обработка
- Работа пользователей в режиме разделения времени



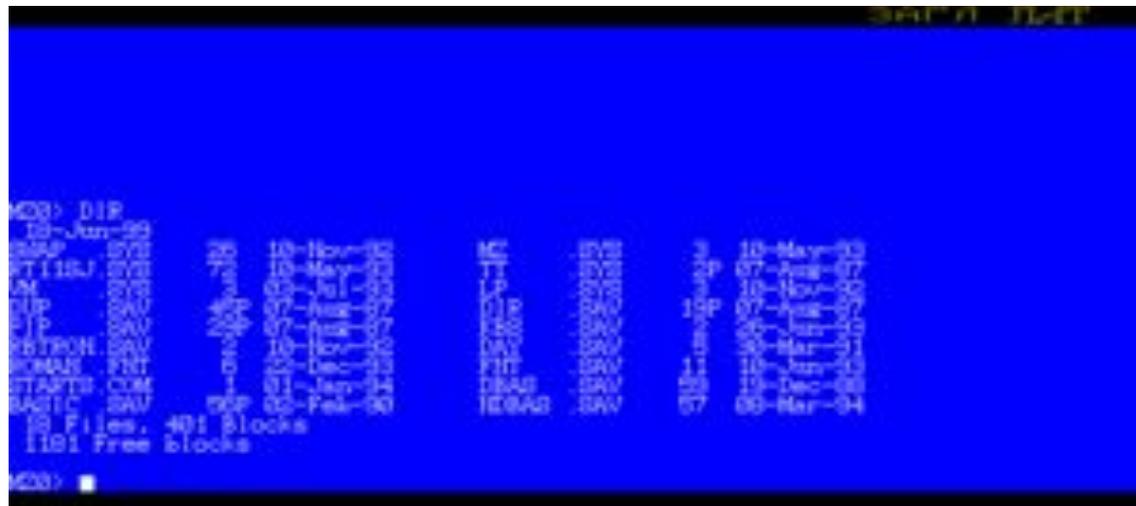
Interactive computing

Работа пользователей в режиме разделения времени (Time-sharing)

- 1940 and 1950 – развитие вычислительных технологий
- 1960s – развитие каналов передачи данных
- д-р Ликлайдер (J.C.R. Licklider) at ARPA (Defense Advanced Research Projects Agency, ранее ARPA) — Управление перспективных исследований Министерства обороны США)
- Поддержка одного компьютера группы пользователей

РАФОС (RT-11 *Real Time* — в режиме реального времени)

- небольшая однопользовательская операционная система реального времени фирмы DEC для 16-битных компьютеров серии PDP-11. Впервые была запущена в 1970 году и широко использовалась для систем реального времени, управления процессами и сбора данных.



```
RT-11 DIR
10-Apr-99
RASP  SYS  20 10-Nov-92
RT11LJ  SYS  10 10-May-93
LM      SYS  63 03-Jul-93
GIP     SAV  40 07-Aug-97
GIP     SAV  20 07-Aug-97
PSTRON  SAV  10 10-Nov-90
PMAIN  FMT  20 20-Dec-93
STARTS  COM  81 01-Jan-94
MAGIC  SAV  99 02-Feb-90
10 Files, 491 blocks
1101 Free blocks
MC20>
```

The screenshot shows a terminal window with a blue background and white text. At the top right, it says 'RT-11 DIR'. Below that, it lists various files and directories with their names, types (SYS, SAV, FMT, COM), sizes, and dates. At the bottom, it shows '10 Files, 491 blocks' and '1101 Free blocks'. The prompt 'MC20>' is visible at the bottom left.

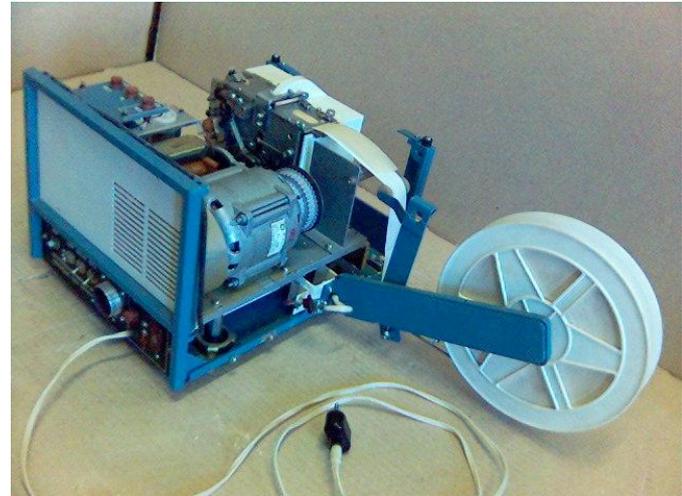
Тетрис на ДВК-2 - клоне PDP-11, Tetris on PDP-11

http://www.youtube.com/watch?v=SDB7LG_rGGM



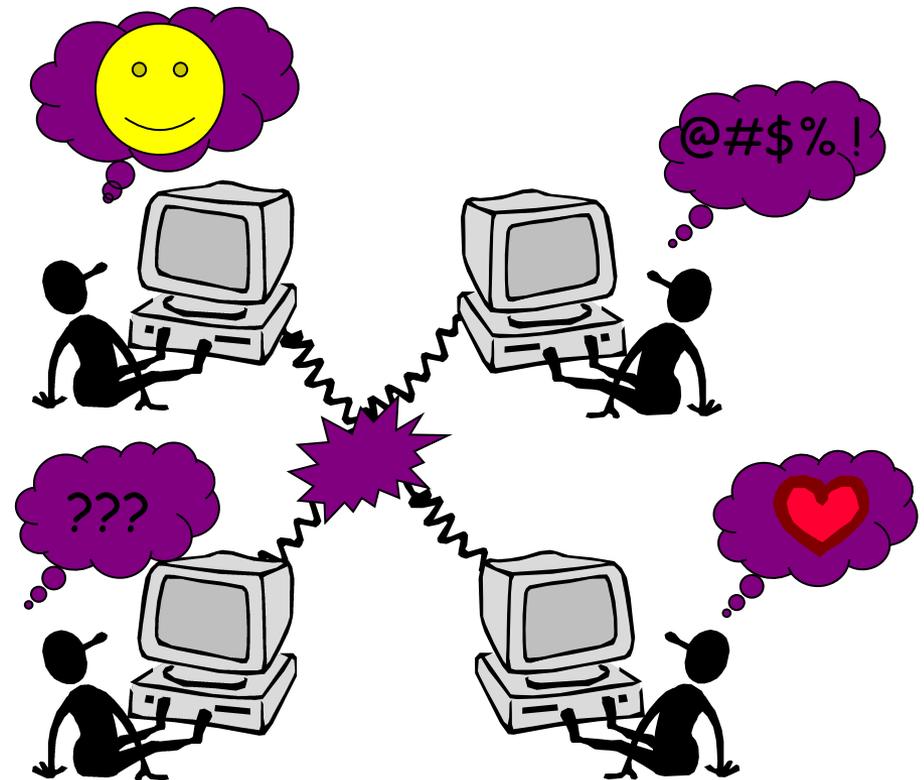
Фотогалерея старых компьютеров

- <http://www.tis.kz/oldpc.php>
- Устройства ввода-вывода



Пример смены парадигм

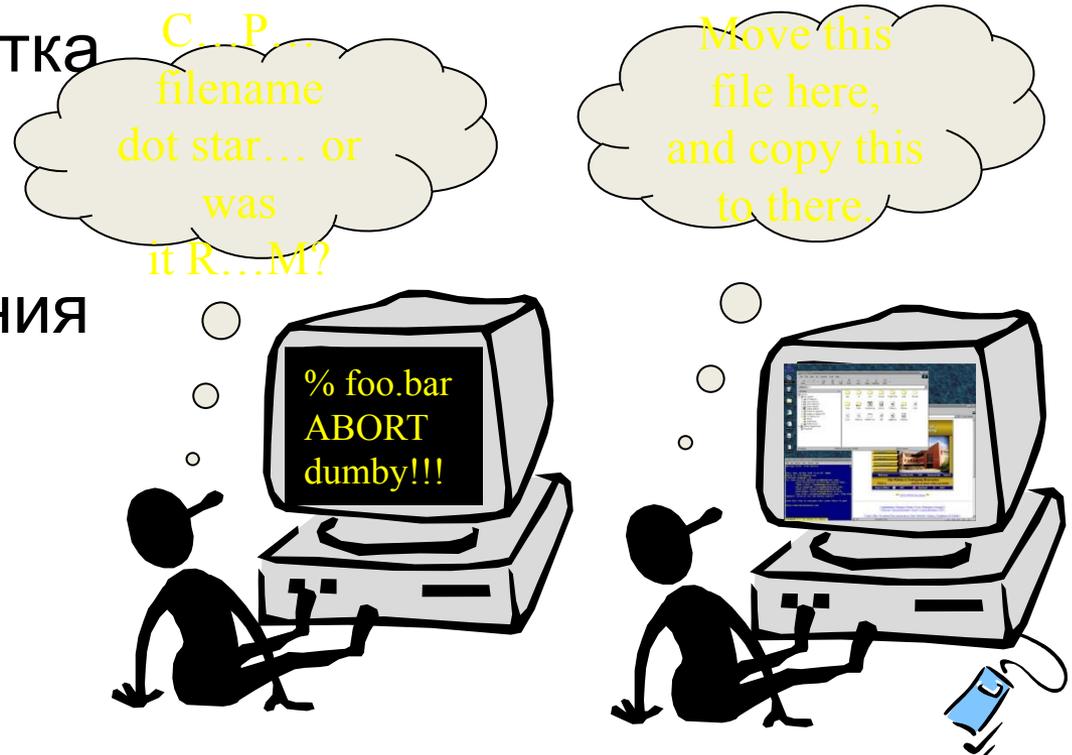
- Пакетная обработка
- Работа пользователей в режиме разделения времени
- **Сетевое взаимодействие пользователей**



Community computing

Пример смены парадигм

- Пакетная обработка
- Работа пользователей в режиме разделения времени
- Сетевое взаимодействие пользователей
- **Графический дисплей**



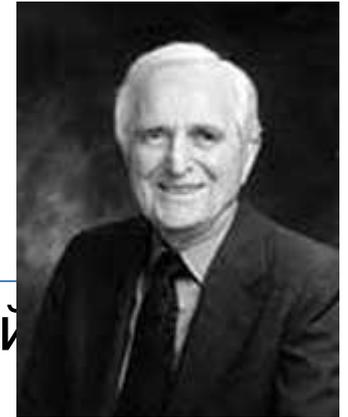
Direct manipulation

Устройства видео отображения

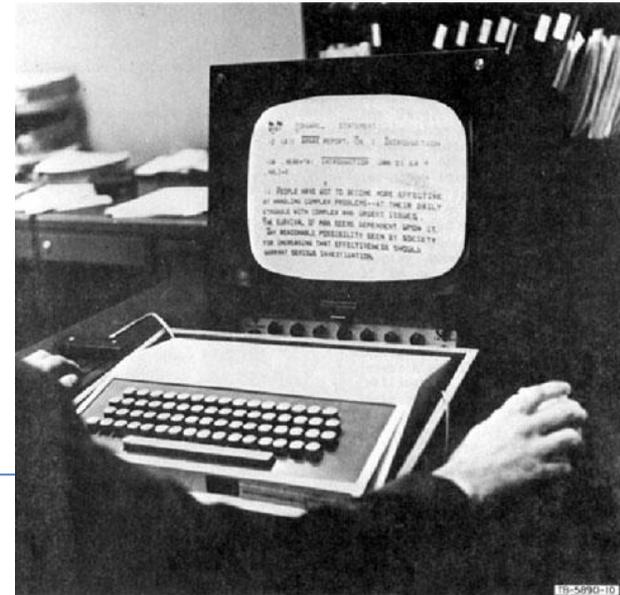
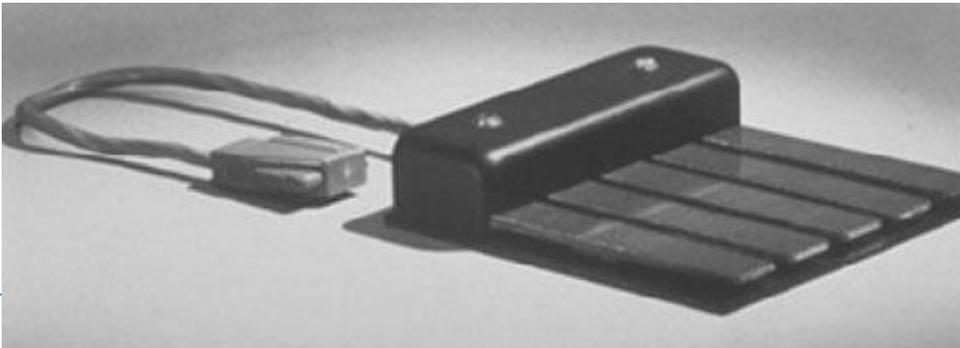
- Более удобны чем бумага
- 1962 – Альбом Ивана Сазерленда
(<http://www.youtube.com> Ivan Sutherland : Sketchpad Demo)
Альбом работает с световым пером и блоком с кнопками (под левую руку). Четыре черные ручки управляют положением экрана и масштабом изображения.
- Компьютер для отображения и управления данными.
- Вклад одного человека кардинально изменил историю вычислительной техники !



Инструменты программирования



- Работы Дугласа Энгельбарта (Стэнфордский исследовательский институт)
- Демонстрация Augment системы NLS (oN-Line System) станция в 1967 году. В правой руке держит мышь, и под его левой руке пять пальцев chording ключей.



NLS (oN-Line System)

Дисплей NLS, клавиатура и
МЫШЬ



Появление первой (деревянной! мыши). Изобретатели -Дуглас Энгельбарт и Билл

- Оригинальная мышь небольшой деревянный ящик, который «построен из двух потенциометров, установленных ортогонально, каждый из которых имеет колесо, прикрепленное к его валу» [Ibid., 2d2]. Движение мыши на столе интерпретируется как перемещение курсора на экране. Кнопка на верхней используется для выбора функции.



Пример смены парадигм

- Пакетная обработка
- Работа пользователей в режиме разделения времени
- Сетевое взаимодействие пользователей
- Графический дисплей
- **Микропроцессоры и ПК**



Personal computing

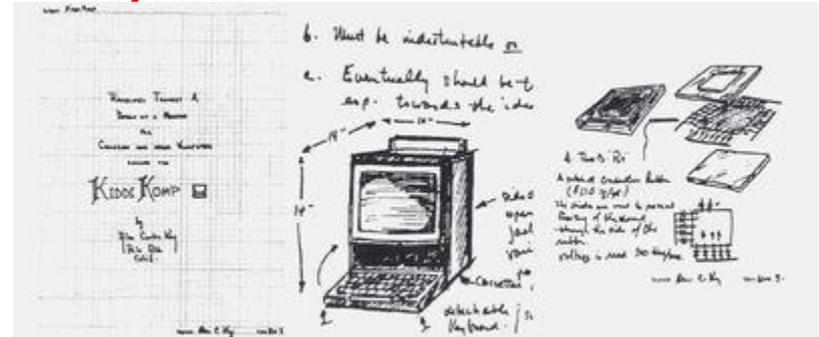
Персональные компьютеры (ПК)

- 1970 - LOGO Пейперта- язык для простого графического программирования для детей
- ПК является более мощными, и становится легче для освоения пользователями.
- Будущее компьютеризации в небольших, мощных ПК, которые находятся по рукой у пользователя
- **Алан Кей (центр Xerox PARC) задался целью снабдить каждого ребенка своим личным компьютером. Ввел термин - *персональный компьютер***

Принцип - Метафора

- Реализуется в интерфейсе связыванием вычислительной и управляющей деятельности с ее реальными прототипами
 - Перетаскивание логотипов
 - Папки в файл-менеджере и управление ими
 - Работа с таблицами по страницам
 - Удаление файлов (корзина), и т.д.
- Проблема
 - Некоторые данные не укладываются в метафоры

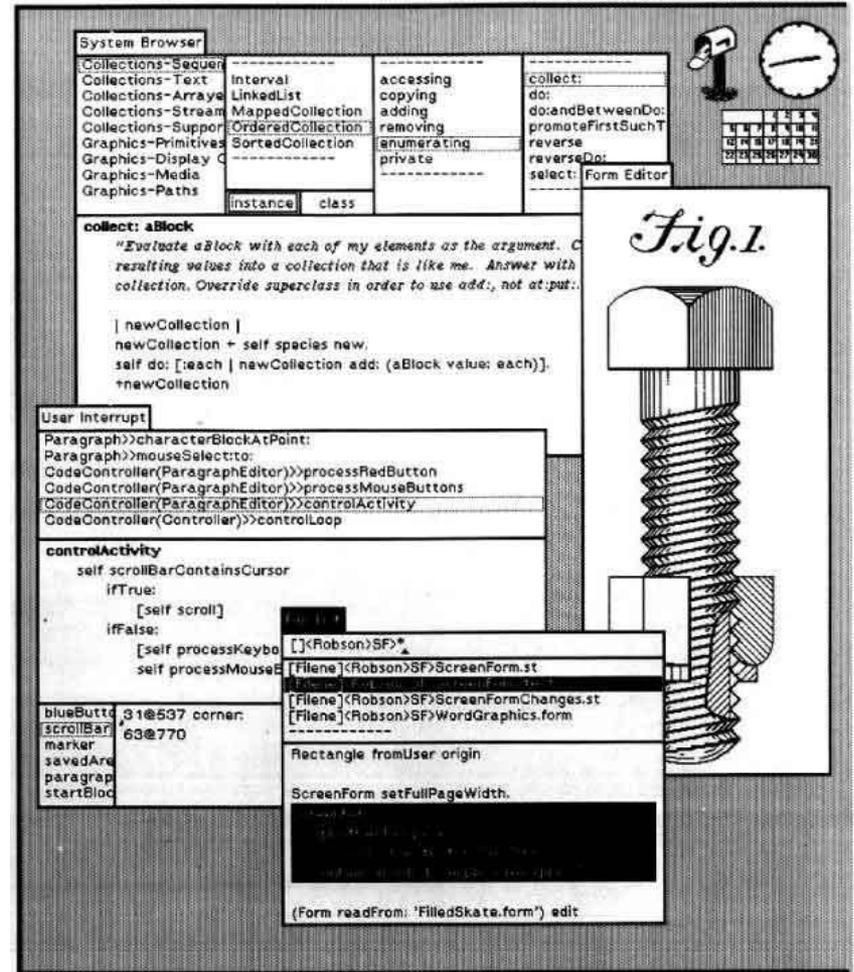
Алан Кей и его Dynabook (динамическая книга)



- По сути, она должна быть похожа— на субноутбук, скорее даже на нетбук, с оговоркой, что сети в то время не было. Dynabook материализовалась в последние годы.
- Кей был первым, кто описал персональный компьютер.
- в 1971 году он создал **первый объектно-ориентированный язык программирования Smalltalk-71**. Следы этого языка обнаруживаются в C++ и Java.
- В версии Smalltalk-76 был уже не просто языком программирования, а средой с **развитым оконным графическим интерфейсом**.

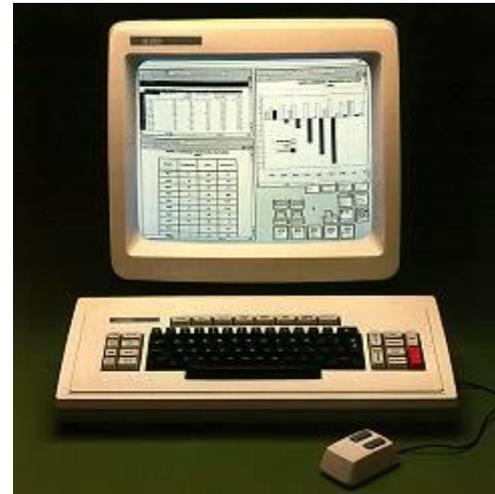
Smalltalk

- Smalltalk представлял собой графическую среду разработки (как современные IDE), но он не только был средой разработки, но и средой исполнения.
- Как будто бы Microsoft разработала Visual Studio – единое приложение, представляющее собой сразу и Windows.



Оконные системы и WIMP интерфейс

- 1981 - Xerox Star первая коммерческая система управления окнами. Окна, пиктограммы, меню и указатели появились знакомые механизмы взаимодействия
- <http://www.youtube.com> Xerox Star пользовательский интерфейс (1982) 1 из 2, Xerox Star Профессиональная рабочая станция (1981)



Принцип -Манипулирования данными

1982 – Shneiderman описал подход HMI, основанный на графическом представлении

- Визуализация объектов
- Синтаксический подход к действиям
- Замена языковых команд действиями
- Поддержка обратной связи взаимодействия

1984 – Apple Macintosh

- Модель мира пользователя на основе метафор
- What You See Is What You Get (WYSIWYG)



“Apple Computer” (1976)

(Steve Jobs, Steve Wozniak)

- Первопроходцы – GUI
- популярный компьютер Apple, отображающий графику и текст, но все еще в стиле командной строки.
- компьютером следующего поколения Lisa от Apple (1979-1983).
- Lisa базировалась на интерфейсе, основанном на иконках: каждая иконка символизировала документ или приложение.
- впервые было разработано выпадающее меню, где все меню находились в самом верху экрана.
- Трехкнопочная мышка, которая лишилась одной кнопки. Появляется идея двойного клика- “дабл-клик”
- идея drag-n-drop, - идея перетаскивания файлов
- идея "ветвей ресурсов" ("resource forks")
- идея "классов создателей", означающая, что с каждым файлом может быть ассоциировано приложение, запускающееся по двойному щелчку на файле.

Lisa от Apple



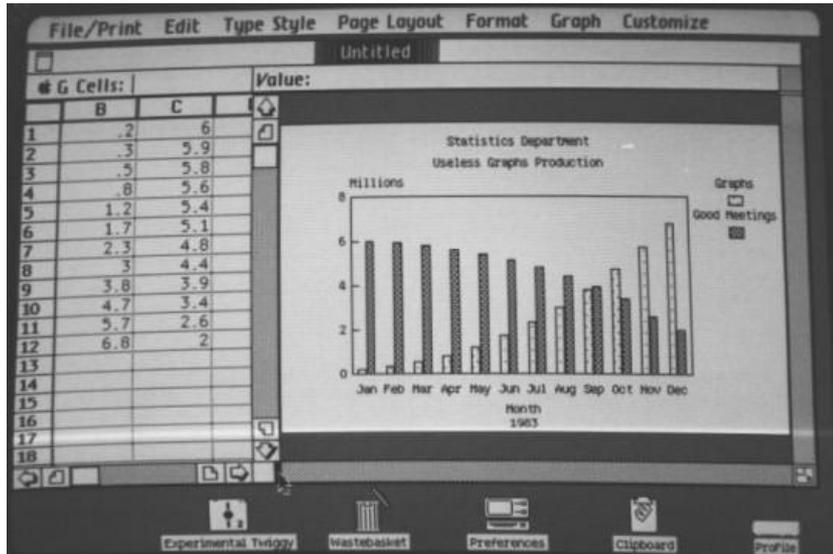
- **Базовая конфигурация**

32-битный процессор Motorola 68000 с тактовой частотой 5 МГц и 24-битной адресацией, такой же как в «больших» компьютерах и рабочих станциях того времени, и целый мегабайт оперативной памяти (расширяемый, за доплату, до 2 мегабайт). Лизу можно было оснастить жёстким диском ёмкостью в 5 мегабайт.

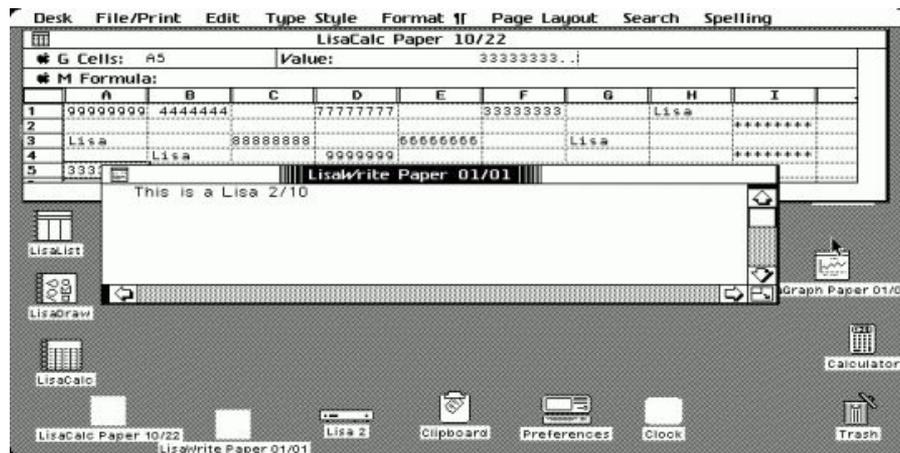
Черно-белый дисплей с диагональю в 12 дюймов (30,5 см), два дисководов Apple FileWare (в просторечии — Twiggy) для 5 1/4 дюймовых (13,3 см) двухсторонних «гибких дисков» объёмом в 871 килобайт.

- Первая модель стоила 9995 тогдашних долларов США. (25000 – сегодня!!!)

Операционная система Lisa Office System (Lisa OS)



- Набор из семи офисных программ, таких как LisaWrite, LisaCalc, LisaDraw, LisaGraph, LisaProject, LisaList и LisaTerminal.
- Операционная система опережала своё время лет на 10.
- Среда разработки со специальной операционной системой Lisa Workshop продавалась отдельно.



- <http://www.youtube.com>
- **Технология: Apple Lisa Demo (1984)**
- **Технология: Apple Lisa {25} лет спустя**

В январе 1985 года на базе Лизы был создан **Macintosh XL**, где XL означало «ex-Lisa»

Раздавленные останки
2 700 Лиз



Полигон Логан, 1989 год

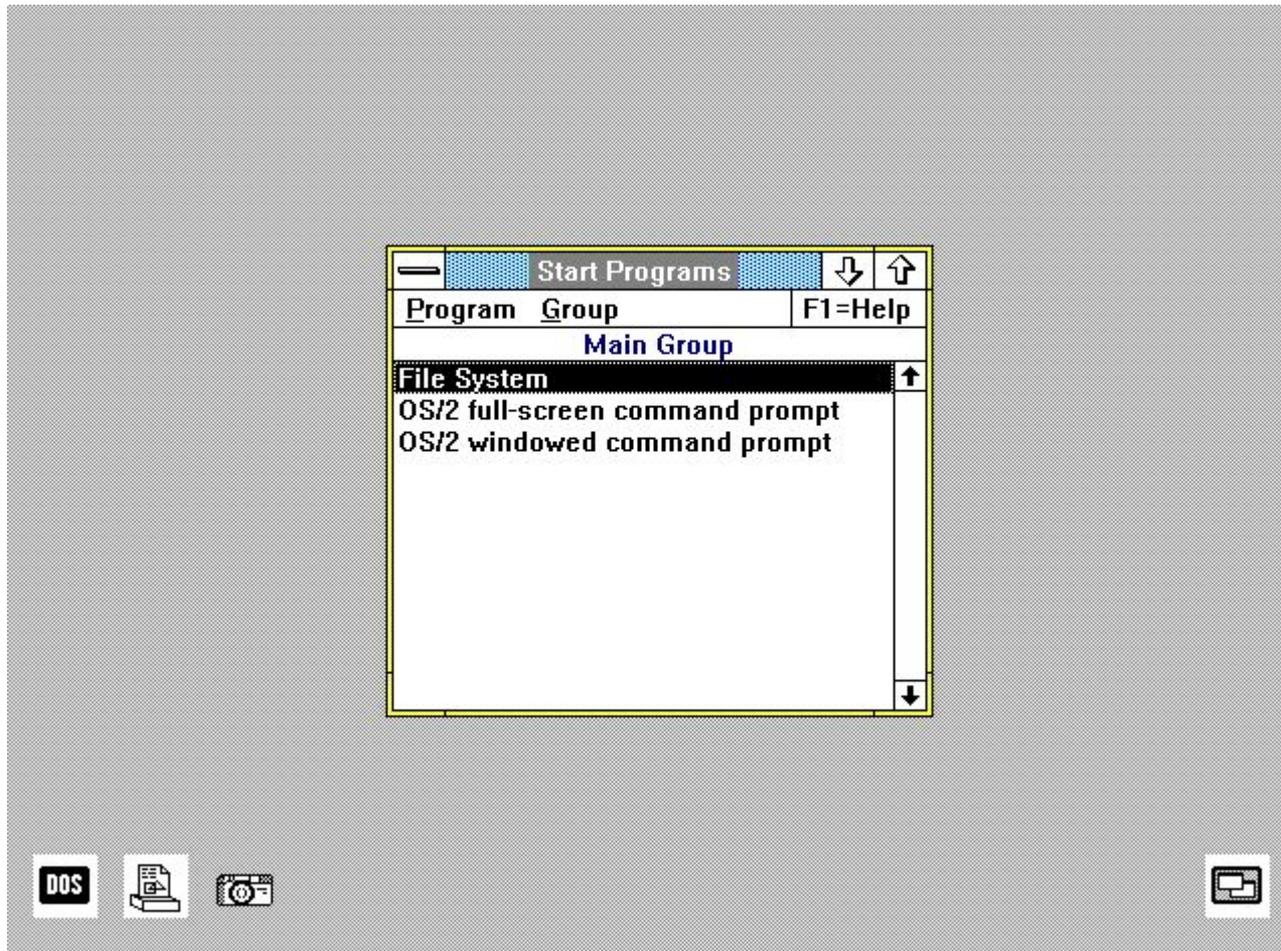


Windows 1.0 (1983)

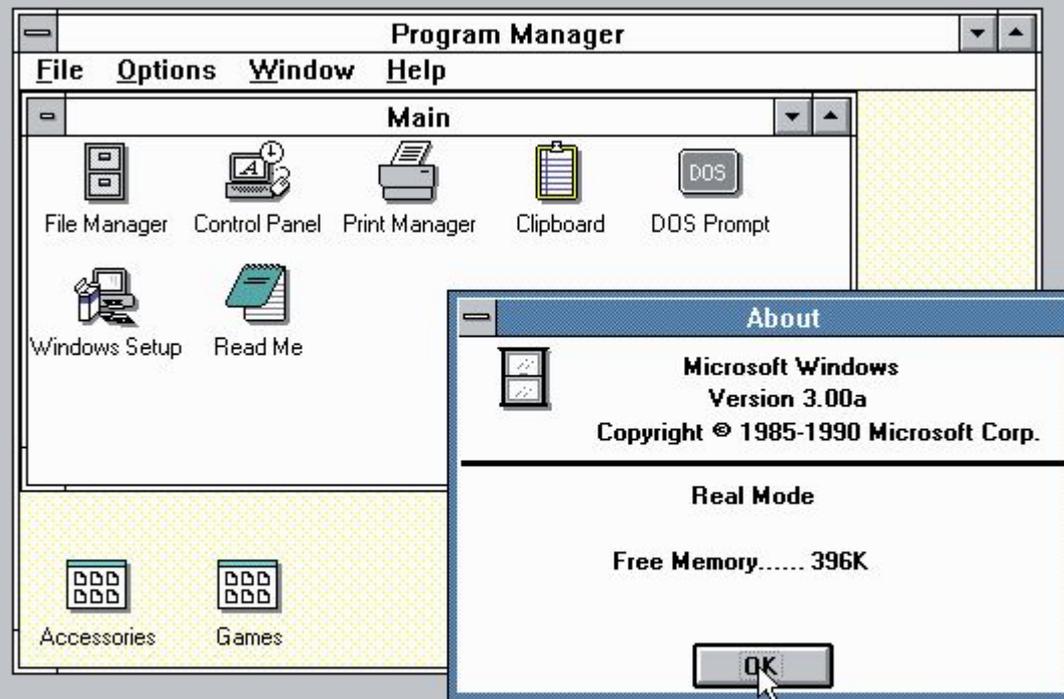


OS/2

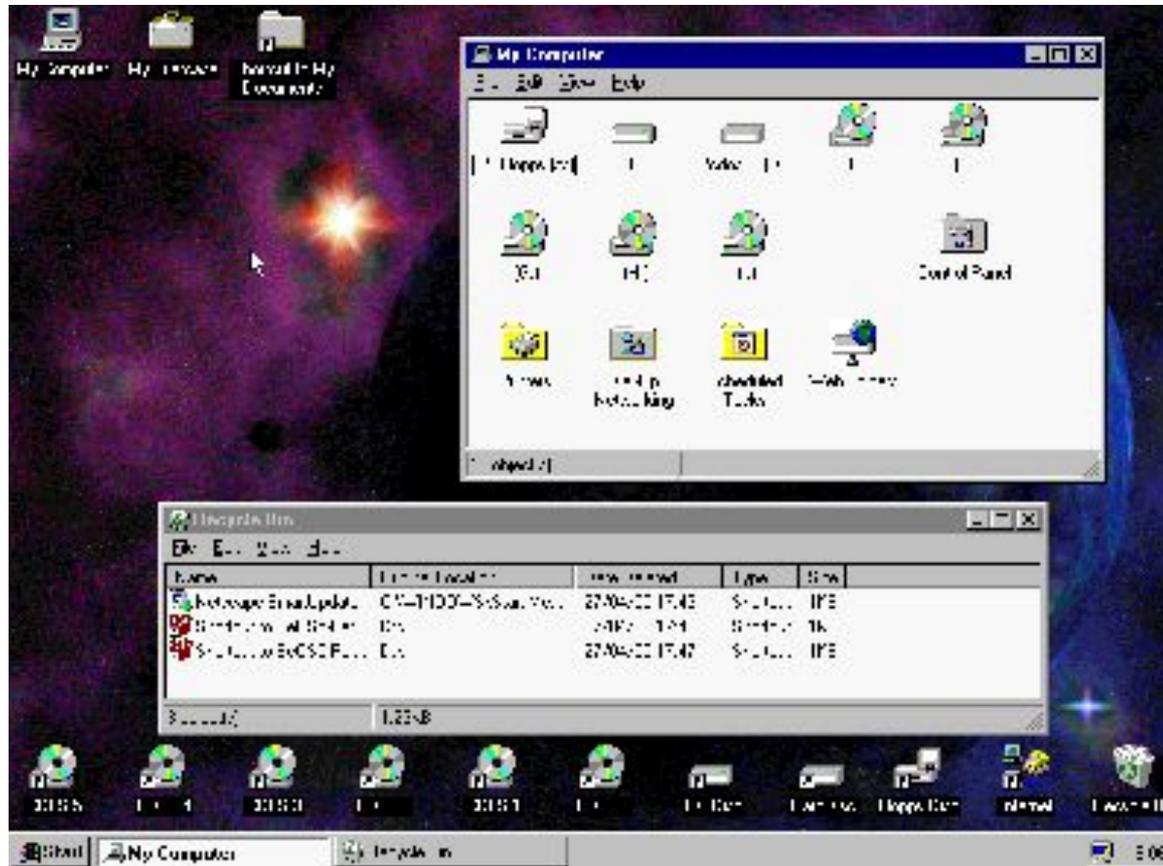
1988 году вышла первая версия – проект, призванный заменить DOS
— совместный проект IBM и Microsoft.



Windows 3 был первым популярным интерфейсом для РС

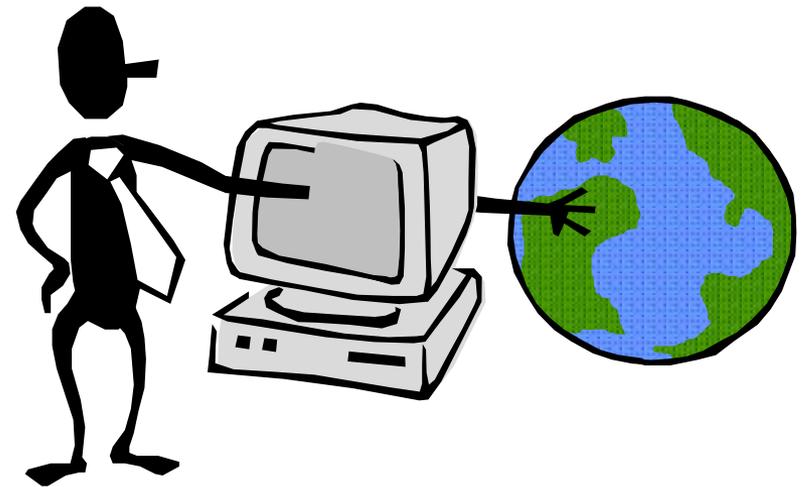


Windows 95 окончательно закрепил лидирующие позиции Microsoft в GUI. Она побила все рекорды по продажам и стала самым популярным GUI всех времен.



Пример смены парадигм

- Пакетная обработка
- Работа пользователей в режиме разделения времени
- Сетевое взаимодействие пользователей
- Графический дисплей
- Микропроцессоры и ПК
- WWW



Global information

Первая концепция - Гипертекста



- 1945 - **Ванневар Буш** (Vannevar Bush, 1890–1974), научный советник президента Ф. Д. Рузвельта впервые дал описание гипертекста в своей статье "Как мы можем думать".
- **Memex** - происходящее от слов *memory* (память) и *index* (индекс, список), — это концепция идеального запоминающего и категоризирующего устройства, которое могло бы помочь упорядочить всю имеющуюся информацию независимо от её объема и разнородности.

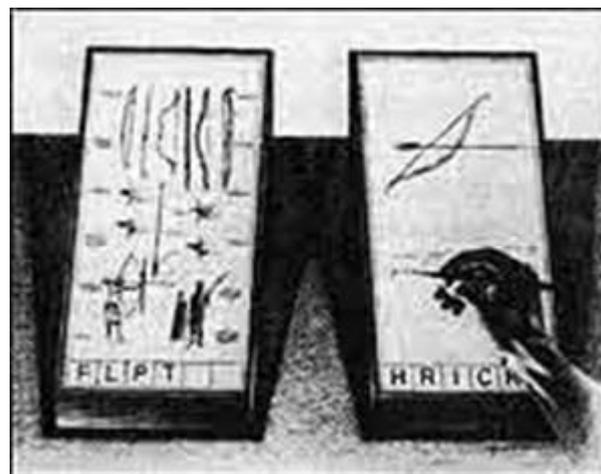
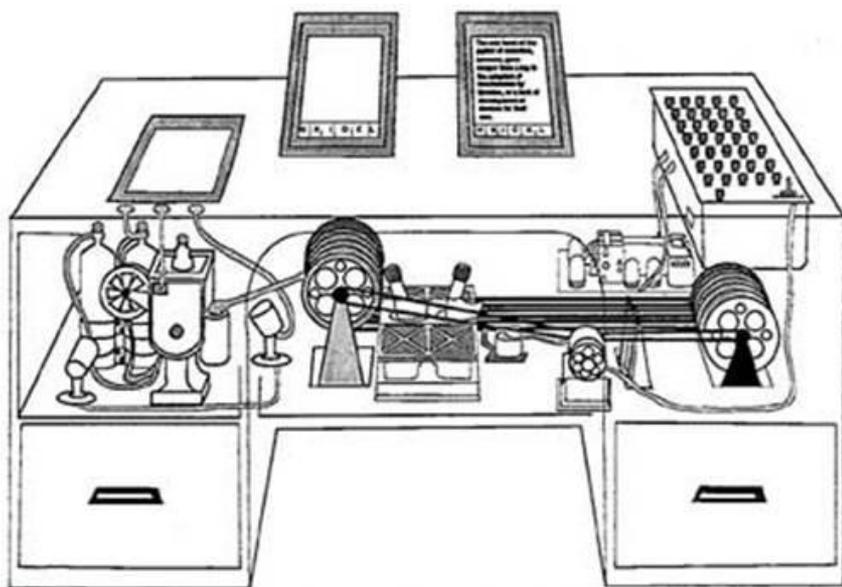
Ванневар Буш, 1940 год



Особенности Memex [Bush 1945]

- Коллекция документов на микрофильмах.
- Рабочая станция, содержит документы на микрофильмах, в том числе страницы с индивидуальными заметками. Эти документы можно вызвать в любой момент.
- Возможность добавления новых записей, в том числе рукописных.
- Возможность выбрать документ путем набора определенного кода. Для часто используемых документов код может быть мнемоническим.
- Использование ассоциативных связей. Буш придерживался низкого мнения об индексации и схемах классификации.

Если пользователь желает получить определенную книгу, он набирает на клавиатуре ее код и получает на экране титульную страницу. При этом для часто используемых документов код может быть мнемоническим. Отклоняя специальный рычаг вправо, пользователь просматривает книгу постранично или передвигаясь сразу на много страниц (например, через 10 страниц). Отклоняя рычаг влево, можно вернуться назад. Специальная клавиша позволяет вернуться на первую страницу. Пользователь может добавить заметки на полях и комментарии, которые будут записаны с помощью одного из методов сухой фотографии [Bush 1945].



Теодор Нельсон (Theodor Holm Nelson) (1937-)

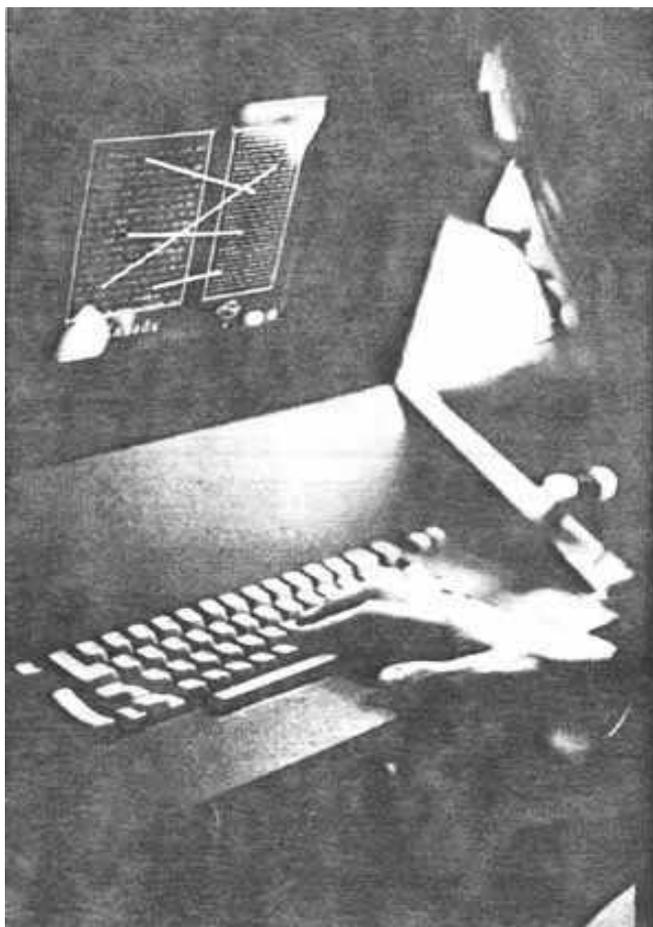


- середина 1960-х - Нельсон описывает гипертекст как нелинейный просмотр структуры
- придумал термины «гипертекст», «гиперсреда» или «гипермедиа» (hypermeia).
- *Под “гипертекстом” я понимаю непоследовательную запись. Обычно процесс письма осуществляется последовательно по следующим двум причинам. Во-первых, потому, что он является производным от речи..., которая не может быть последовательной (так как у нас для этого только один канал), и, во-вторых, книги неудобно читать иначе как последовательно. Однако мысли образуют структуры, которые не являются последовательными – они связаны многими возможными переходами.*

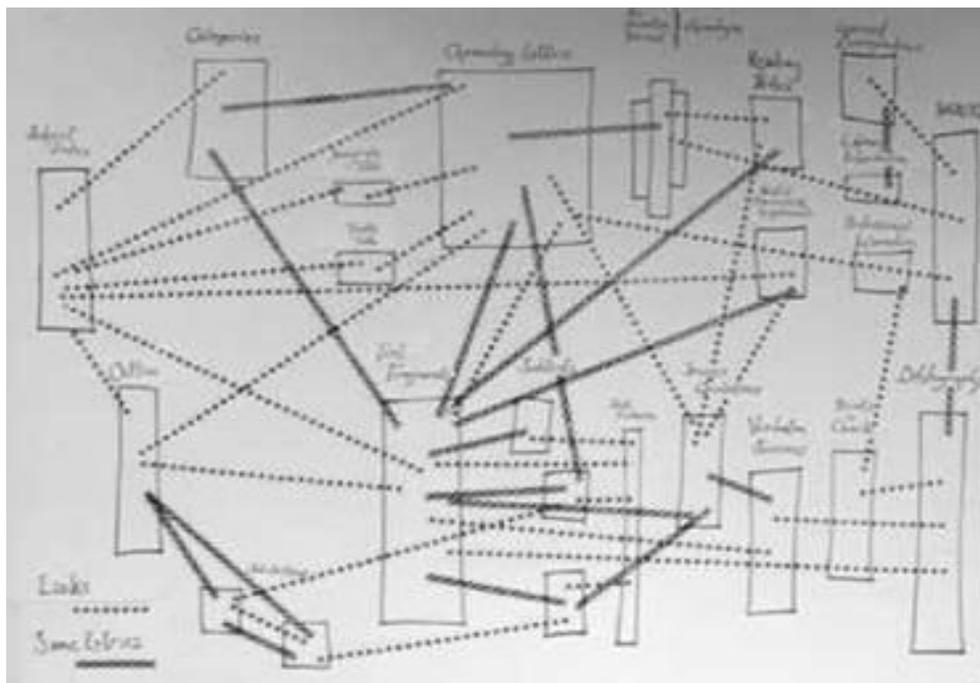
Т. Нельсон

Под “гипертекстом” я понимаю ...

Макет of transpointing windows
(окна с взаимными связями),
[Nelson 1972]



Авторская диаграмма связей
между текстами 1965 г.



проект Xanadu (1960)

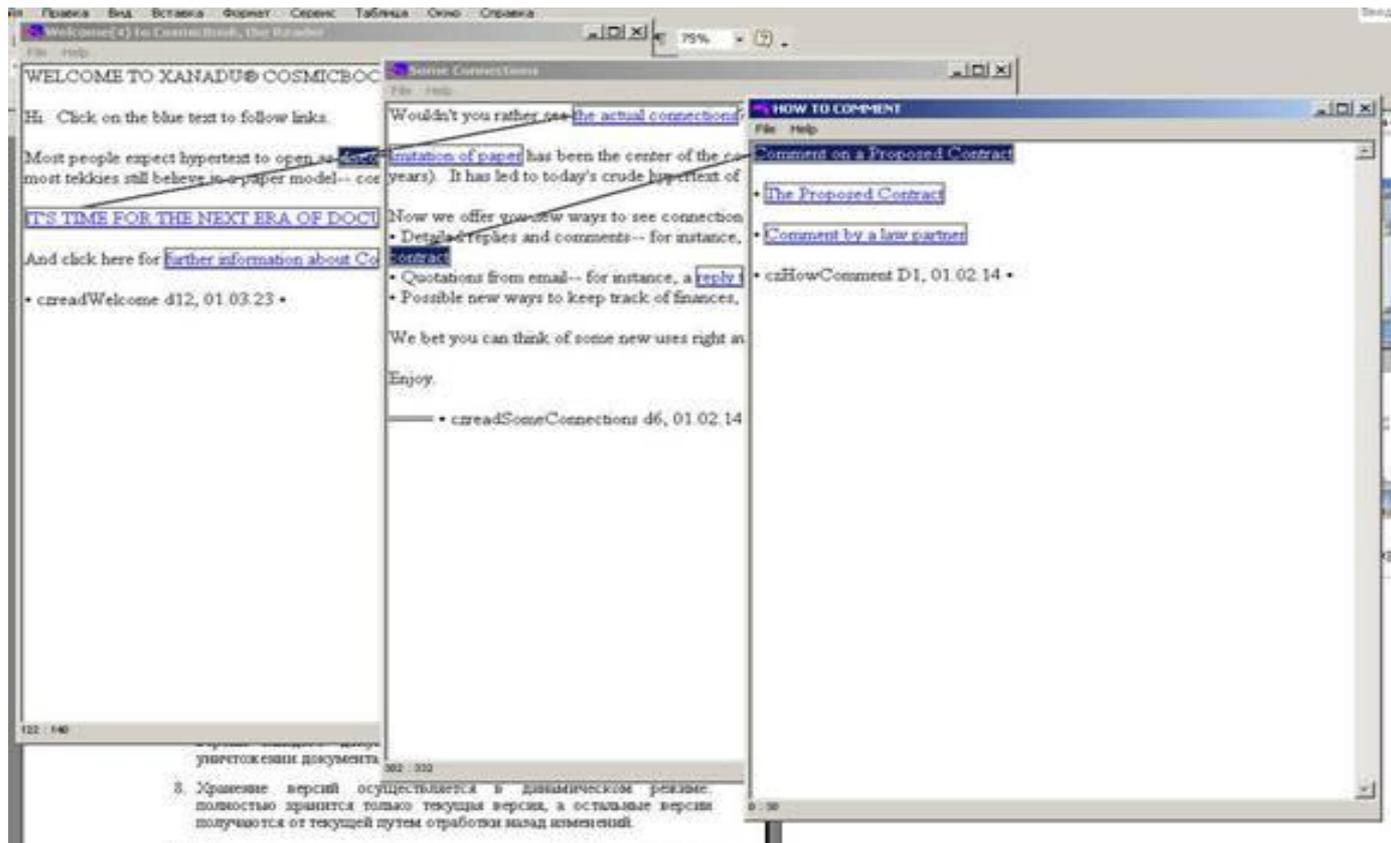
- Xanadu -Гипертекстовая система, описанная в книгах «Computer Lib» и «Dream Machines»
- *«Руководствуясь идеями, характер которых литературный, а не технический, мы создали систему для хранения и поиска текста, в котором введены взаимосвязи и "окна". Наша фундаментальная единица, документ, может иметь "окна" на любые другие документы. "Информационное тело" системы эволюционирует, непрерывно расширяясь без изменения своей основы. Новые связи и новые "окна" постоянно добавляются новые пути доступа к старому материалу».*
- Xanadu являлась вдохновением для создания World Wide Web, XML

Основные черты Xanadu

- Необрабатываемые связи.
- Простое и легкое управление авторскими правами (COPYRIGHT).
- Связь с оригиналом – все цитаты и выписки остаются связанными с оригиналом.
- Двухнаправленные ссылки – любой читатель может присоединить комментарий к любой странице.
- Любой байт в любом документе имеет уникальный адрес.
- Взаимное сравнение соединенных документов, показываемое двухнаправленными связями.
- Полное управление версиями: документ может быть изменен, но предыдущие версии остаются доступными, версии могут ветвиться.
- Хранение версий осуществляется в динамическом режиме.
- Новые изменения могут быть внесены авторами без обрыва старых связей.

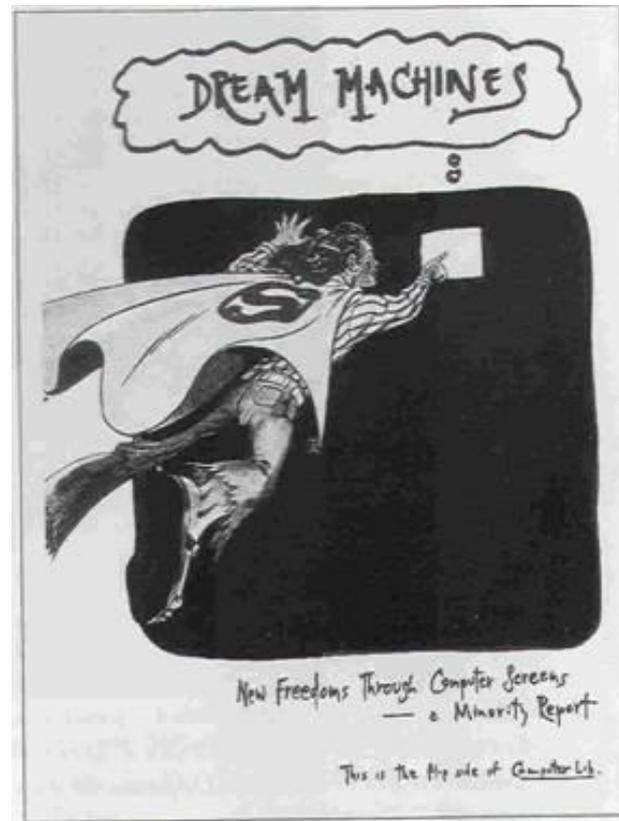
Копия экрана программы CosmicBook, построенной по технологии Xanadu. Ссылки между разными окнами показаны линиями. Программа выложена на сайте Xanadu [<http://xanadu.com/Cosbk/index.htm>].

последний прототип на YouTube
[-http://www.youtube.com/watch?v=En_2T7KH6RA](http://www.youtube.com/watch?v=En_2T7KH6RA)



HTML – ЭТО ТОЧНО ТО, ЧТО МЫ ПЫТАЛИСЬ предотвратить

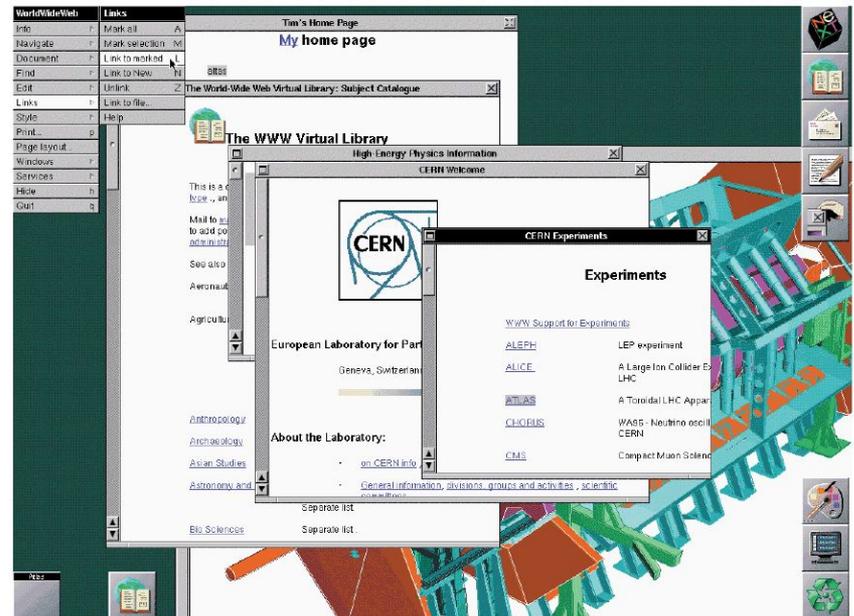
- Постоянно обрывающиеся связи.
- Связи, идущие в одну сторону.
- Цитаты, которые не могут найти оригинала.
- Отсутствие управления версиями.
- Отсутствие управления правами авторов.



World Wide Web

- **ENQUIRE Enquire (1980-1990)** - проект, созданный в CERN (Европейском центре ядерных исследований), для построения распределенной гипермедиа-системы. Любое слово в гипертекстовом документе может быть указателем или ссылкой (link) на другой документ.
- Стандарты XML, HTML
- IP адресация
- Протокол TCP/IP

*Копия экрана первого браузера
Тима Бернерс-Ли на машине
Next Cube*





Гипертекстовая система
ENQUIRE Enquire,
1980 Бернерс-Ли (Tim Berners-Lee).

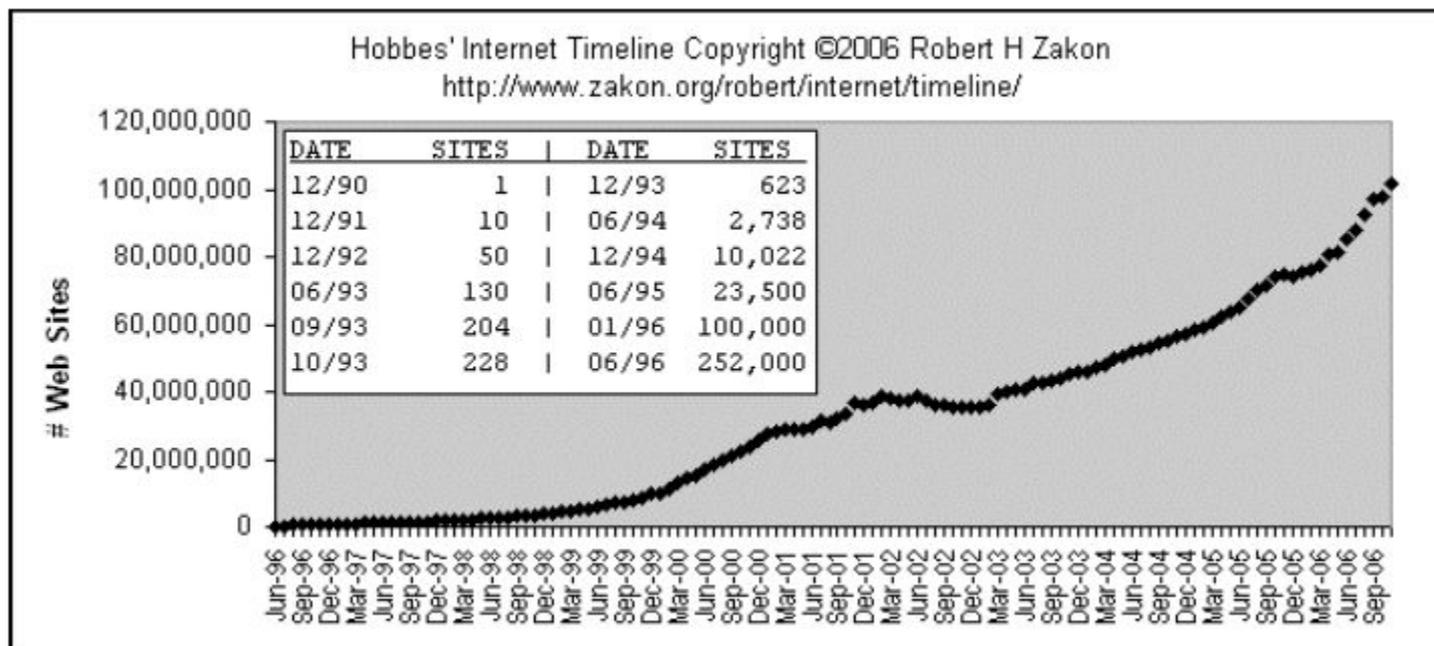
"В Enquire я мог ввести в страницу информации о людях, устройствах и программах. Каждая страница была узлом программы, небольшим как индексная карточка. Единственный путь создать новый узел был создать ссылку из старого узла. Ссылки из- и в узел могли быть показаны как список внизу каждой страницы, как лист ссылок в конце каждой статьи. Единственный путь найти информацию состоял в движении по ссылкам, начиная со стартовой страницы."

(Тим Бернерс-Ли)

Тим Бернерс-Ли разработал

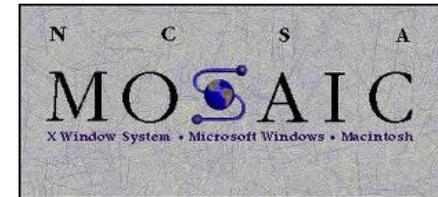
- язык для разметки текстов HTML (Hypertext Markup Language)
- Коммуникационный стандарт HTTP (Hypertext Transfer Protocol)
- адресную схему для размещения сайтов URL (Uniform Resource Locator).
- Первый элементарный браузер
Получившуюся систему он назвал World Wide Web (www). Перевод на русский звучит как всемирная паутина.
- 1994г. норвежский инженер **Хокон Виум Ли** предложил концепцию каскадных таблиц стилей CSS. Они позволяют задать единый стиль для каждого элемента в документе.

Рост числа web-сайтов, начиная с декабря 1990г. (когда сайт был один -Тима Бернеса-Ли)



История БРАУЗЕРОВ. Интерфейсы

- Марк Адрисен (Marc Andreessen) и Эрик Бина (Eric Bina) разработали первый графический браузер 1993 г. – Mosaic (UNIX, Apple и PC).



Особенности Mosaic

- Ориентрован на непрофессионалов
- Позволял загружать в одно окно текст графку
- Свободно распространялся через Интернет
- Первоначально браузер был разработан для UNIX, а затем
- перенесен на Apple и PC

*Mosaic стал критическим элементом,
обеспечившим взрывной рост Web»*

(Тим Бернерс-Ли).

Web прошлого - NCSA Mosaic

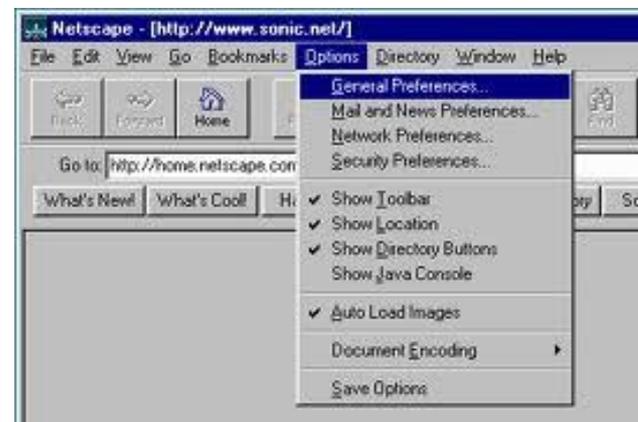
<http://www.youtube.com/watch?v=stPpkPK6rY0>



История БРАУЗЕРОВ. Интерфейсы.



- 1994г. Netscape , Microsoft, IBM, Sun Microsystems создали World Wide Web Consortium (W3C). Возглавил консорциум Тим Бернес-Ли.
- 1994г. NCSA продала лицензии на данную технологию Mosaic нескольким компаниям, включая Microsoft.
- 1994г. - Mosaic стала Netscape Communication Corp.(Mosaic Netscape, Netscape Navigator)
- Цена Netscape -39 долларов

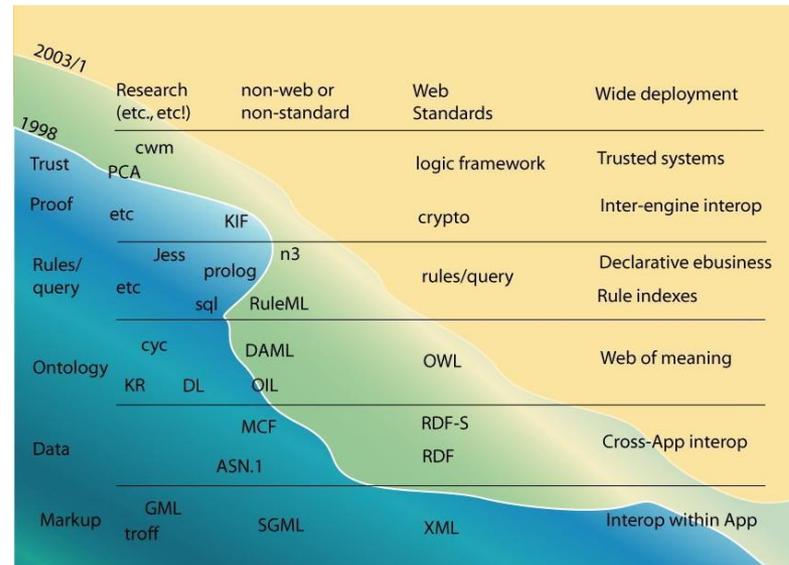


Netscape Navigator 2.01

<http://www.youtube.com/watch?v=iJm400fgApA>

•

"Приливная волна Интернет"



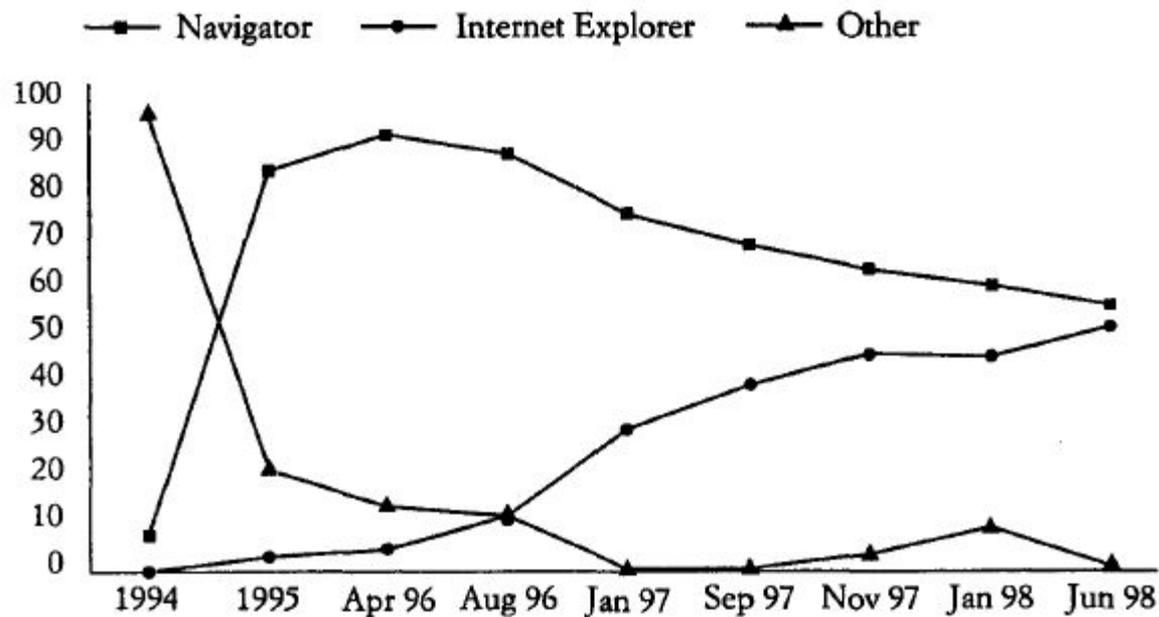
"Я присваиваю Интернет наивысший уровень важности. Этой запиской я хочу довести до всех, что ориентация на Интернет жизненно важна для всех аспектов нашего бизнеса. Интернет - наиболее важная отдельная разработка, которая появилась с создания IBM PC в 1981г. Это даже более значимо, чем появление графического интерфейса пользователя"

Апрель 1995г. Билл Гейтс, письмо, озаглавленное "Приливная волна Интернет"

Microsoft предложила поделить рынки браузеров

Microsoft съедает рынок Netscape.

Browser Market Share (%)



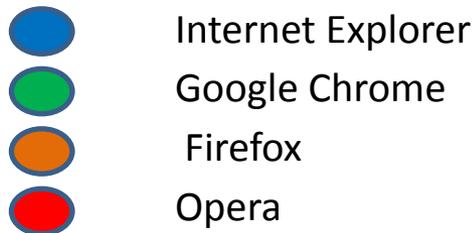
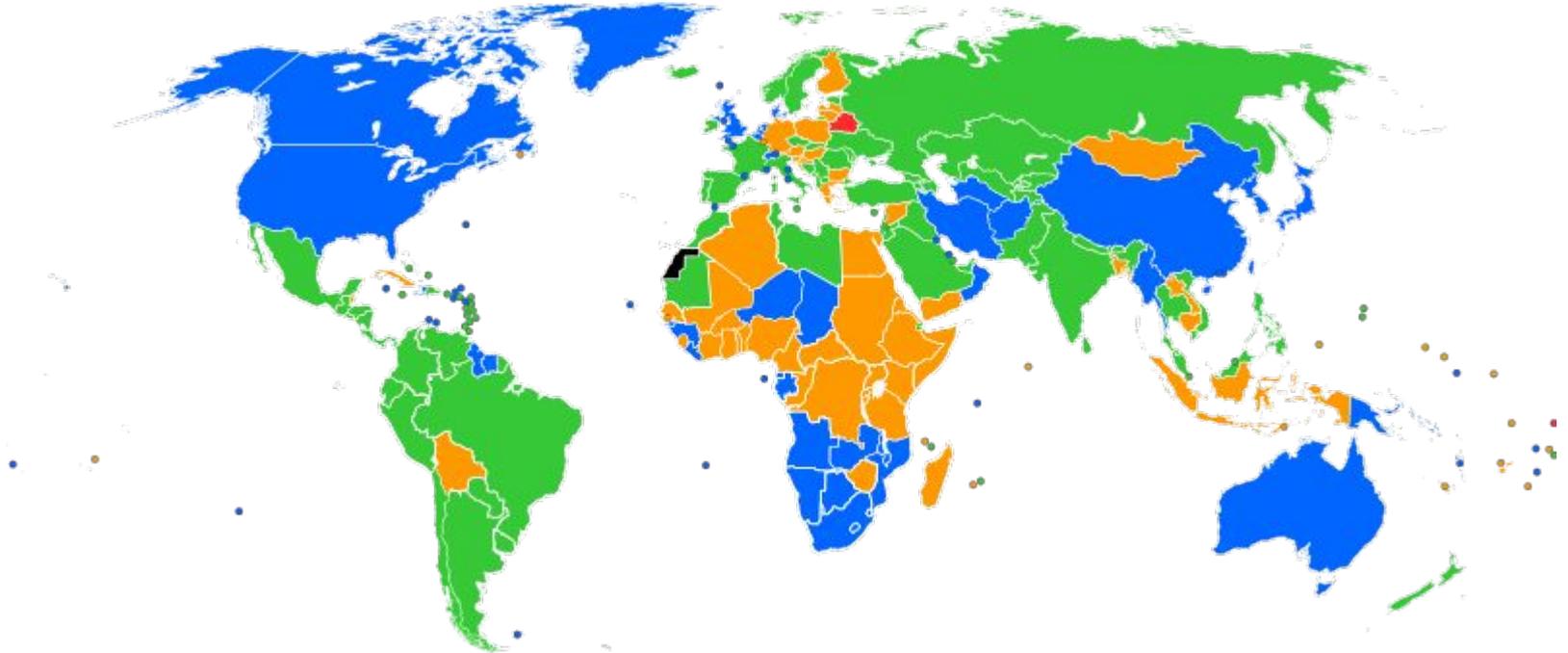
Лидеры БРАУЗЕРОВ

- 1995 г. Microsoft выпустила операционную систему Windows 95 с Internet Explorer3.0
- 1995 г появился браузер Opera
- 2004 г появился браузер Mozilla Firefox
- 2008 г появился браузер Google Chrome
- 2012 г. Yandex. Browser

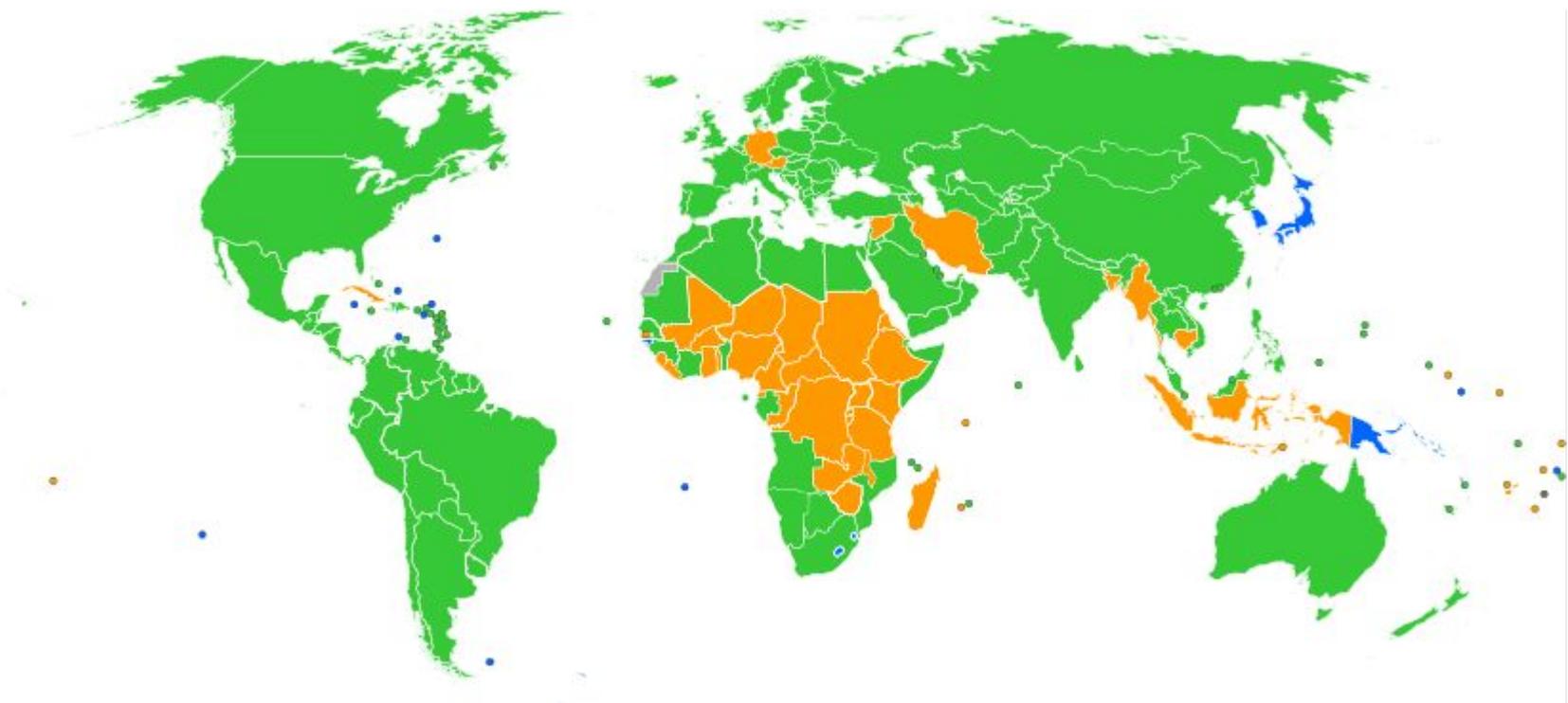


Yandex.Browser

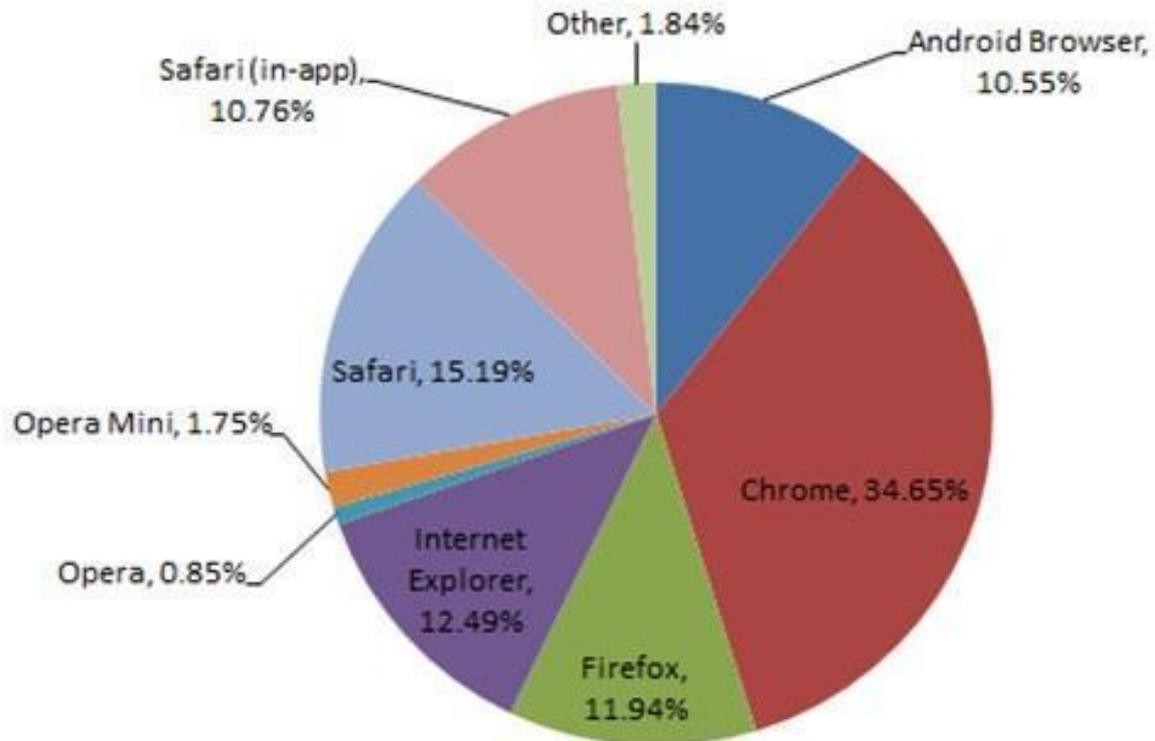
Самые распространённые браузеры (октябрь 2012):



(октябрь 2014):



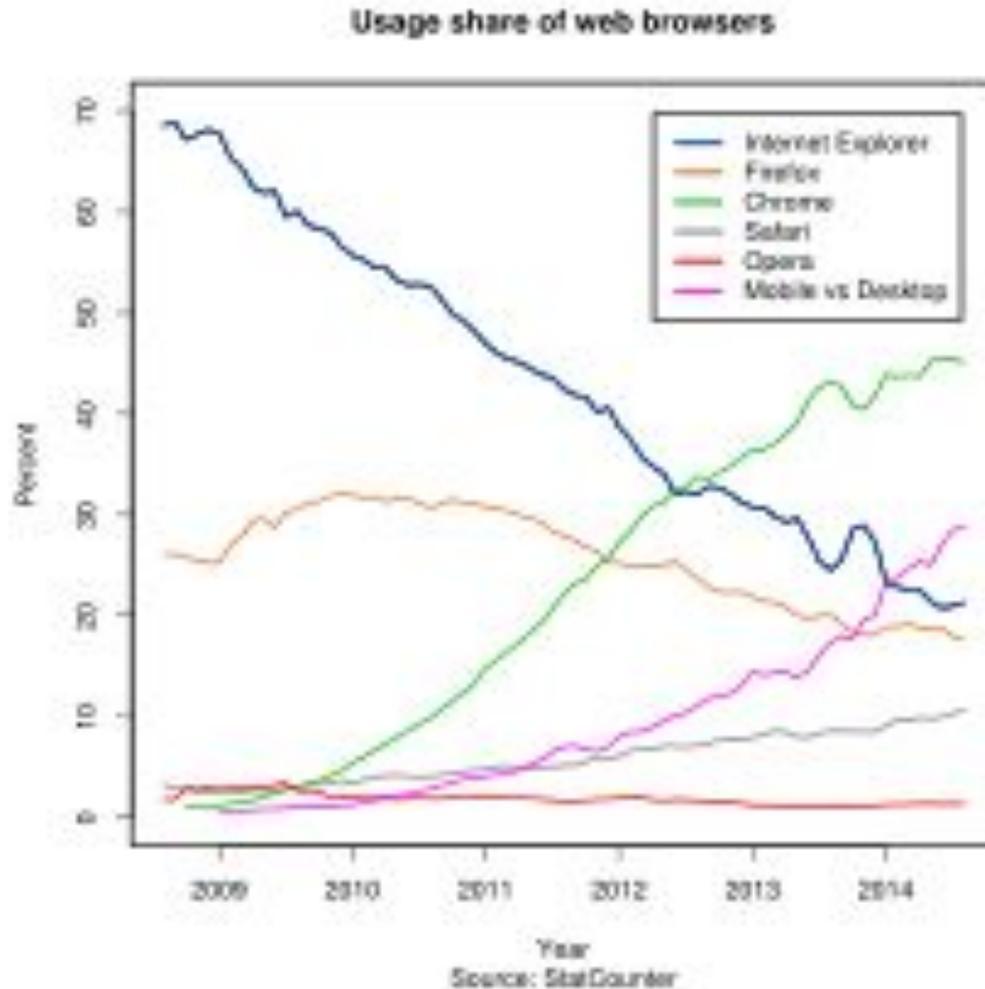
Web Browser Usage Share (April 2014)



Data based on aggregated activity across over 200,000 sites and 250+ million unique visitors each month

source:  Shareaholic

Война браузеров



ИНТЕРФЕЙСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БРАУЗЕРАХ

- автоматическое восстановление вкладок после сбоя;
- «ускорители» — быстрые команды, доступные из контекстного меню: поиск на карте, отправка по почте, перевод на другой язык, добавление в онлайн-закладки и ряд других;
- WebSlices (веб-фрагменты) — подписка пользователей на отдельные участки страниц;
- «умная адресная строка» — при вводе адреса браузер возвращает результат, основанный не только на URL ранее посещённого вами сайта, но и на заголовке страницы и других её свойствах;
- приватный режим работы InPrivate, позволяющий заходить на сайты, не оставляя следов в истории браузера;

ИНТЕРФЕЙСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БРАУЗЕРАХ

- блокировка всплывающих окон;
- поддержка вкладок (несколько страниц в одном окне);
- встроенная панель поиска в поисковых машинах и словарях;
- так называемые «Живые закладки» — механизм интеграции RSS-потоков;
- почти неограниченные возможности по настройке поведения и внешнего вида, в том числе за счёт использования расширений, тем и стилей;
- быстрое полноэкранный масштабирование (управляется нажатием клавиши Ctrl и вращением колёсика мыши);
- Озвучивание текста в инструментах (приложениях)
- Речевой ввод поисковых запросов

Semantic Web

- Идея Семантической Сети (Semantic Web)
 - в 2001 Тим Бернерс-Ли (создатель World Wide Web).
 - Обработкой и обменом информации должны заниматься интеллектуальные агенты (программы, размещенные в Сети).
- агенты, должны иметь общее (разделяемое всеми) формальное представление предметной области - онтологию.

Semantic Web - Найджел Shadbolt

<http://www.youtube.com/watch?v=BDVkv9OU9aw&feature=related>

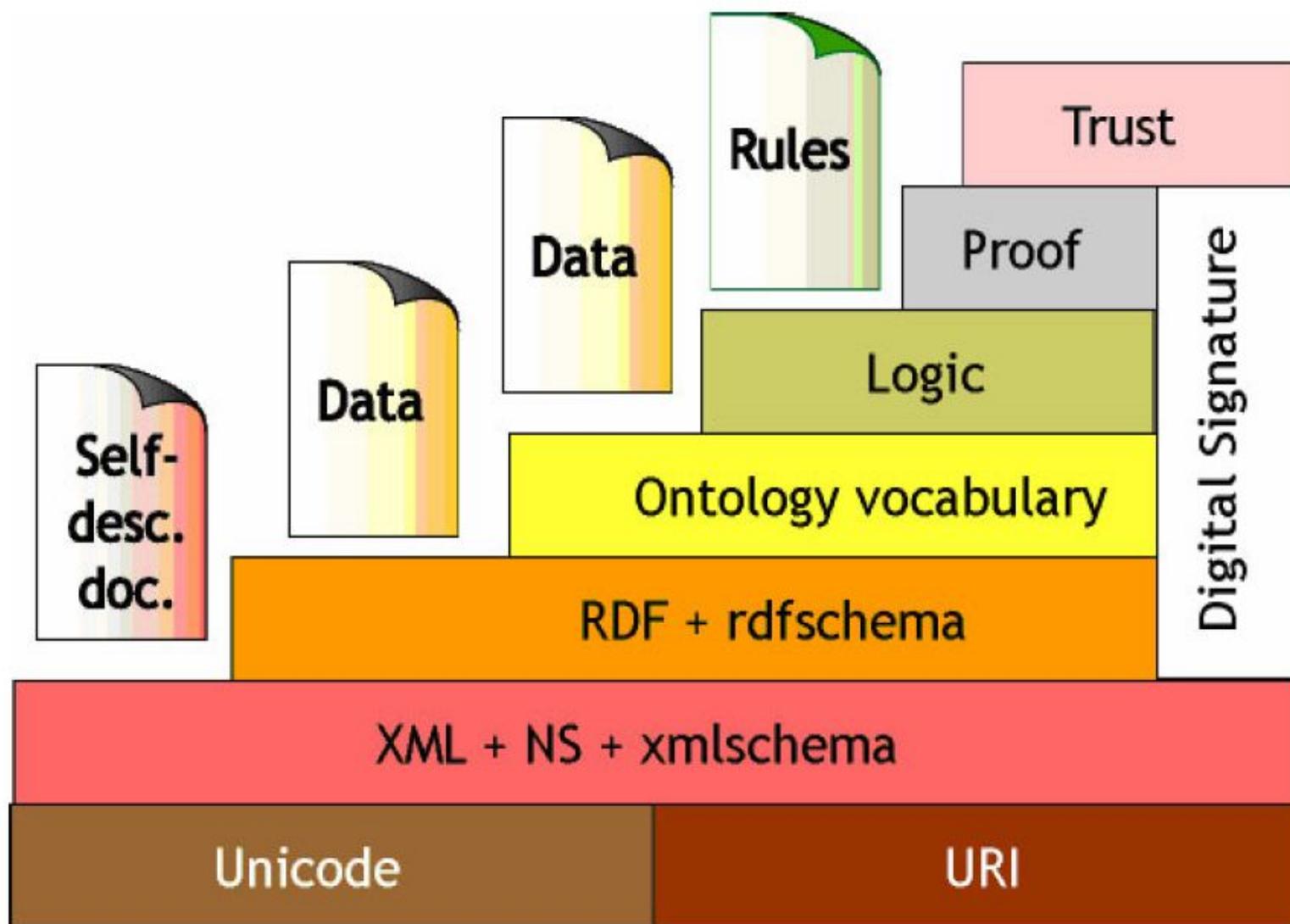
История описания семантики в WEB

- 1997 – W3C определил спецификацию RDF (Resource Description Framework).
- 1999 - язык описания структурированных словарей для RDF – RDF Schema (RDFS).
- 2004 - язык GRDDL (Gleaning Resource Descriptions from Dialects of Languages).
- В области создания библиотек классов и построения логических выводов над RDF-графами была создана библиотека Jena Framework.
- редакторы онтологий стали поддерживать RDF.
- 2004- язык OWL (Web Ontology Language)

История описания семантики в WEB

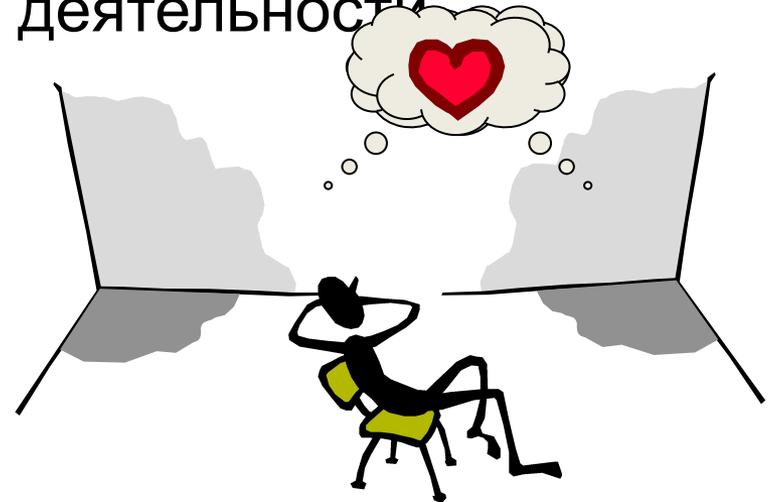
- 2005 году началась работа над форматом обмена правилами – RIF (Rule Interchange Format).
- язык SPARQL. Это – язык запросов к RDF-хранилищам. Синтаксически он похож на SQL.

Диаграмма Semantic Web



Пример смены парадигм

- Пакетная обработка
 - Работа пользователей в режиме разделения времени
 - Сетевое взаимодействие пользователей
 - Графический дисплей
 - Микропроцессоры и ПК
 - WWW
 - **Распределенные вычисления**
- Применение сочетания физического и виртуального мира в повседневной деятельности



Агентно-ориентированные интерфейсы

- Original interfaces
 - Commands given to computer
 - Language-based
- Direct Manipulation/WIMP
 - Commands performed on “world” representation
 - Action based
- Agents - return to language by instilling proactivity and “intelligence” in command processor
 - Avatars, natural language processing

Sensor-based and Context-aware Interaction

- Humans are good at recognizing the “context” of a situation and reacting appropriately
- Automatically sensing physical phenomena (e.g., light, temp, location, identity) becoming easier
- How can we go from sensed physical measures to interactions that behave as if made “aware” of the surroundings?

Paradigms for usability

Language versus Action

- actions do not always speak louder than words
- DM – interface replaces underlying system language paradigm
 - interface as mediator
 - interface acts as intelligent agent
- programming by example is both action and language

Paradigms cont.

- **Computer Supported Cooperative Work**
 - CSCW removes bias of single user/single computer system
 - Can no longer neglect the social aspects
 - Electronic mail is most prominent success
- WWW
- Agent-based interfaces
- Ubiquitous computing
- Sensor-based and context-aware interaction