

# О РАЗВИТИИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СРЕДЫ КОМПЬЮТЕРОВ

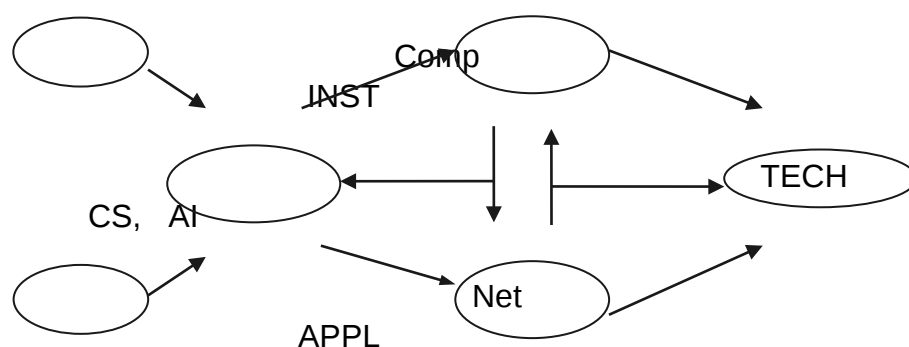
*Капитонова Ю.В., Летичевский А.А.*

г. Киев, Украина

(Тезисы доклада)

## Введение.

Понятие математической Среды компьютеров появилось относительно недавно. Более привычный и бытующий в прошлом термин “Математическое обеспечение” наиболее близок к этому понятию. Современное состояние среды компьютерного мира можно представить следующей схемой



На этой схеме TECH представляет собой технический базис компьютерной среды, который включает в себя компьютеры, компьютерные системы и сети. Прикладные системы (APPL) включают в себя программы, пакеты и комплексы, предназначенные для решения конкретных пользовательских задач. Инструментальные средства (INST) включают в себя операционные системы, системы программирования, интерфейсные системы и все необходимое для построения приложений. Наконец, теоретическая база компьютерной среды (CS, AI) включает в себя компьютерные науки (CS), искусственный интеллект (AI) и служит источником идей для создания новых прикладных систем и инструментальных средств. Два основных типа обитателей компьютерной среды – пользователи (прикладных систем) и разработчики математической среды активно взаимодействуют между собой и теоретиками, часто меняясь местами и обогащая друг друга специальными и общими знаниями. Непосредственное общение пользователей с техническими средствами сменилось работой с прикладными системами и переходом к все более широкому и глубокому освоению инструментальных средств и пониманию технических проблем компьютерной среды. Разрешение противоречий между эффективностью взаимодействия компьютерной среды с ее обитателями и универсальностью предоставляемых средств служит основным фактором развития и совершенствования компьютерного мира.

В реализации идеи автоматической обработки дискретной (иногда говорят цифровой) информации можно наблюдать три периода:  
до 1970 г.

- числовое представление данных
- покомандное последовательное выполнение программы
- многоуровневая память с последовательным доступом по адресу.

До 1990 г.

- символьное представление данных
- иерархическая память с несколькими типами доступа к данным
- распределенное выполнение последовательных фрагментов программ с последующим согласованием результатов.

До 2010 г.

- пользовательское (произвольное) представление данных
- распределенная виртуальная память
- исполнение спецификаций в распределенной программной среде

В процессе развития инструментария в построении программных компонент выделяются 6 технологических волн, которые можно связать соответственно с поколениями инструментальных средств и их создателей.

## 1. THE FORTRAN–COBOL–CARD–GENERATION

Виртуозная техника программирования (кодирования), планирование всех действий в любом контексте программы, защита от вмешательства со стороны, полное знание особенностей аппаратной части компьютера.

## 2. THE OC—360–PLI–MAINFRAME–GENERATION

Блестящее умение организовывать взаимодействие программ и данных, дисциплина программирования, отказ от углубленных знаний деталей исполнения программ, разделение процессов подготовки данных и их обработки.

## 3. THE UNIX–C–MINICOMPUTERS–GENERATION

Отличное проектирование программных компонент, осознание и преодоление сложных проблем в построении программных систем, широкое проникновение в прикладные области.

## 4. THE MS–DOS–WINDOWS–PC–GENERATION

Умение вести диалог с пользователями, успешная демонстрация компьютерного процесса, затруднения в коллективном творчестве и индивидуальная изобретательность в процессе реализации идеи.

## 5. THE MAIL–WEB–INTERNET–GENERATION

Владение сетевым интерфейсом и знание секретов эффективности программных агентов; трудности в сознании глобальной организации, стремление к реализации многофункциональных компьютерных объектов.

Поколения инструментальных средств легко привязываются к временной шкале развития компьютерного мира. Очевидно, что 5 волна еще себя не исчерпала. Более того она находится в середине подъема и опыт ее развития еще следует осознать.

Тем не менее уже видны черты 6 генерационной волны. Они связаны с мечтами о следующем поколении компьютеров. В этих мечтах, компоненты

которых можно увидеть уже в действующих коммерческих средствах компьютерного мира сейчас, присутствуют такие понятия как:

- Возможность действовать в любом направлении с любой скоростью (relative time).
- Новое качество виртуальной среды, где легко различается реальность и воображение (Real–virtual).
- Открытое пространство (Open Space)
- Гипер взаимодействие (Hyper–Interaction)
- Активное присутствие (Active–presense)
- Непрямое управление (Indirect–control).

Эволюционная схема построения компьютерных систем может быть представлена следующим образом:

1. Прямое аппаратное исполнение вычислительных операций.

Логико–цифровая обработка сигналов. Логическое проектирование и конструирование аппаратуры.

2. Интерпретация микропрограмм.

Микропрограммирование. Построение иерархической системы интерпретации.

3. Формирование образов оперативной обработки данных. Выбор систем команд, ориентированных на различные типы программных компонент. Построение процессоров.

4. Формирование образов коммуникации и взаимодействия аппаратных и программных компонент.

Разработка систем и механизмов взаимодействия.

5. Формирование образов движения потоков данных.

Выделение иерархии управляющих компонент.

6. Формирование образов динамики развития областей памяти. Представление изменений топологии пространства размещения программных компонент и данных.

7. Проектирование среды решения задачи.

Построение иерархии блоков размещения программных компонент и их интерфейс с другими компонентами.

8. Планирование решение задачи и имитационное моделирование . Выбор фрагментов языков проектирования и координации. Характеристики качества данных, обрабатывающих процедур и их взаимодействия. Реализация (компиляция или интерпретация).

9. Построение спецификации прикладной задачи. Выбор проблемно–ориентированных языковых средств и характеристик качества решения задачи. Выбор алгоритмов решения задачи и их спецификация. Требование к реализации алгоритмов. Построение системы алгоритмических модулей и модулей данных.

Программный инструментарий включает в себя все средства эволюционной схемы построения компьютерных систем.

Для уже ставшими традиционными средствами (компиляторы, интерпретаторы, процессоры с базовыми языками представления спецификаций) решения проблем их создания пересматриваются с каждой новой генерационной волной. Но каждая новая волна добавляет присущий ей набор новационных элементов, которые существенно увеличивают

интеллектуальный уровень программного инструментария. Рассмотрим более подробно некоторые из них.

## **Иерархия математических моделей**

(исторический срез).

### **1950**

- абстрактные конечные автоматы (С.Клини, Э.Мур)
- алгоритмы (определение) (А.Марков)
- системы булевых функций и переключающиеся схемы
- управляющие системы (С.Яблонский.)

### **1960**

- нейронные сети (Маккалок и Питс)
- оперторные схемы (А.Ляпунов, А.Ершов) и граф–схемы (Л.Калужнин)
- структурные автоматы
- функциональные схемы (О.Лупанов)
- теория автоматов, интеграция теории автоматов и алгоритмов (В.Глушков)
- многоленточные автоматы (Рабин, Скотт)
- семафоры (Э.Дейкстра)
- теория дискретных преобразователей и их интеграция с языками программирования (А.Летичевский)
- алгебра алгоритмов (В.Глушков, Е.Ющенко, Г.Цейтлин)
- языки проектирования и программирования высокого уровня

### **1970**

- теория дискретных систем (динамических)
- теория структур данных и параллельные вычисления (Р.Милнер, Э. Дейкстра, Ч.Хоар, В.Глушков)
- многоосновные алгебры и топологические пространства с аппроксимацией
- теория организации параллельных вычислений
- смешанные вычисления (А.Ершов, Футамура, ...)

### **1980**

- макроконвейерные распределенные вычисления
- алгебраическое программирование
- объектно–ориентированная парадигма
- смешанные вычислители

### **1990**

- формализмы для распределенных вычислений
- констрейнтное логическое программирование
- параллельное констрейнтное программирование (Сарасват)
- программирование в Internet.

## **Среда проектирования и программирования**

Это понятие тоже трансформируется с каждой новой генерационной волной. Поэтому новационных идей здесь достаточно. Чтобы дать их обзор требуется специальное время.

Основным понятием здесь выступает “реализация”. Начальная спецификация программной компоненты подвергается сложным преобразованиям в зависимости от ее реализации в той или иной программной среде, которая, в свою очередь, реализуется в том или ином коммуникационном пространстве, которое объединяет те или иные аппаратно–программнобазовые платформы. Новации, как правило, относятся к решению задач баланса реализации по уровням, интеграции разнородно–ориентированных компонент, эффективности организации исполнения программных компонент, построения высокопроизводительного базового программного инструментария (компиляторов, интерпретаторов, языковых процессоров, систем коммуникации, координаторов и т.п.), а также к интеграции используемых в построении объектов компьютерного мира парадигм как горизонтальной (к примеру, логические и алгебраические, или декларативные и процедурные парадигмы программирования), так и вертикальной интеграции (например, иерархия компиляторов и интерпретаторов или смешанные вычислители и решатели задач).

## **Характеристика разработок института.**

В Вычислительном центре, а с 1962 года в Институте кибернетики АН УССР В.М. Глушковым, его учениками и соратниками уделялось большое внимание развитию той области компьютерной среды, которая позволила бы превратить искусство построения вычислительных устройств в теоретически обоснованные технологические процессы проектирования схемного и программного оборудования ЭВМ. Особое внимание уделялось внутренней математической среде компьютеров. Проследим это на практических разработках ряда вычислительных машин и систем.

Машина МЭСМ (1951 г.) имела классическую неймановскую архитектуру. Языком программирования был машинный код команд. Разрядность ячейки была 16. Практически математическая среда и для программистов и для машины представляла собой язык двоичных 16 разрядных кодов. К 1953 г. оформилось понятие подпрограмм и была осознана возможность динамического изменения порядка выполнения машинных команд. Кроме того, регистры, ОЗУ и ПЗУ давали возможность манипуляции уровнями памяти.

Машина СЭСМ (1956 г.) не очень отличалась математической средой от МЭСМ, хотя имела специальную команду: вычисление суммы парных произведений фиксированной длины.

Машина “Киев” отличалась поддержкой асинхронного принципа исполнения команд и введением адресов высших рангов (косвенная адресация).

Машины ПРОМІНЬ, МИР–1, 2, 3 резко отличались от классических форм организации ЭВМ расширением языков программирования высокого

уровня (МИР, АНАЛИТИК) и его интерпретацией, реализацией возможности манипулирования числами с произвольной разрядностью, специальной организацией памяти и возможностью выполнять аналитические вычисления. В МИРах практически был реализован режим персональных вычислений. Было разработано математическое обеспечение для решения широкого класса прикладных задач, которое позволило оставаться этим машинам самыми массовыми в СССР в 70–е годы.

Управляющие машины Днепр–1,2 (1961–1971 гг.) отличались сложной многоуровневой системой прерываний, возможностью работы в режиме разделения времени, эффективной операционной системой реального времени.

В макроконвейерных супер ЭВМ ЕС 2701 и ЕС 1766 (1980–1990 гг.) были реализованы управление распределенной памятью и распределенными вычислениями. Математическое обеспечение включало в себя новый уровень системного обеспечения, позволяющий выбирать режим формирования и исполнения параллельных прикладных программ.

Интеллектуальные вычислительные системы – это программно–технические многомашинные комплексы с развитыми, ориентированными на пользователей интерфейсными средствами.

Среди этих систем: системы ПРОЕКТ (автоматизации проектирования схемного и программного оборудования ЭВМ), системы “Львов”, “Кунцево”, БАРС, ДИСПРО, ДИСПЛАН, Киев–67, Киев–70, Чертеж, Темп, САД, АПС и др. Опережающая реализация многих идей современной математической среды в указанных украинских разработках зафиксирована исторически в актах государственных комиссий, принимающих эти системы, отличающих их приоритет и рекомендующих их в серийное производство и эксплуатацию.

1. Глушков В.М. “Кибернетика. Вопросы теории, практики”.–М.:Наука, 1983.
2. Малиновский Б.Н. “История вычислительной техники в лицах”.– Киев, Фирма “Кит”, ПГОО, “А.С.К”, 1995.–384 с.
3. Сергієнко І.В. “Становлення і розвиток досліджень з інформатики”.–Київ. Наукова Думка, 1998.–206 с.
4. Letichevsky A., Kapitonova J. Mathematical information environment, Workshop on THEOREMA system, RISK–Linz, Austria, 1998.
5. Капитонова Ю.В. “Новации в интеллектуальном программном инструментарии”. Труды VI Международной конференции
6. “Знание–диалог–решение”, Крым, Ялта, 15–20 сент., 1997.– С 611–621.