

Лекция 3

Виртуальные машины и трансляция языков

Аппаратная организация компьютеров

- **Вычислительная машина (ВМ)** является совокупностью технических средств, служащих для автоматизированной обработки дискретных данных по заданному алгоритму.

Определение алгоритма

Алгоритм – точное предписание исполнителю, определяющее содержание и порядок действий, которые необходимо выполнить над исходными и промежуточными данными для получения конечного результата.

Основные свойства алгоритма

- Дискретность;
- Определенность;
- Массовость;
- Результативность.

Эти свойства алгоритмов определяют возможность их реализации на виртуальной машине, при этом процесс, порождаемый алгоритмом, называют *вычислительным процессом*.

Основные свойства алгоритма

- *Дискретность* выражается в том, что алгоритм описывает действия над дискретной информацией (например, числовой или символьной), причем сами эти действия также дискретны.
- Свойство *определенности* означает, что в алгоритме указано все, что должно быть сделано, причем ни одно из действий не должно трактоваться двояко.

Основные свойства алгоритма

- *Массовость* алгоритма подразумевает его применимость к множеству значений исходных данных, а не только к каким-то уникальным значениям.
- *Результативность* алгоритма состоит в возможности получения результата за конечное число шагов.

ЭВМ - исполнитель алгоритма

- Вычислительная машина является исполнителем алгоритмов, поэтому именно свойства алгоритмов определяют ее организацию. Современные виртуальные машины построены на основе принципа программного управления. Основные идеи программного управления были изложены английским математиком Чарльзом Беббиджем (1883).

Принцип программного управления

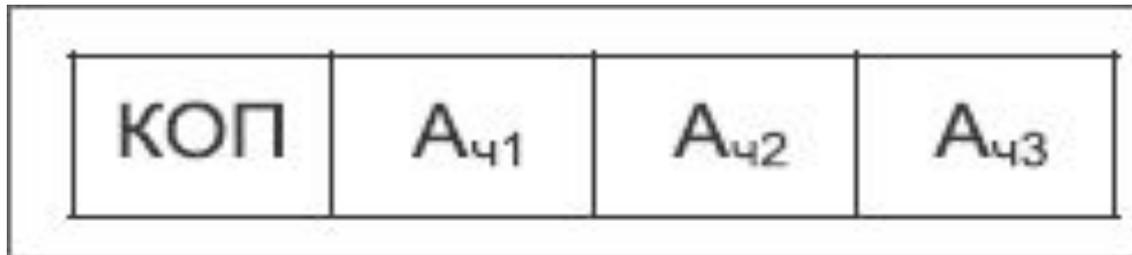
Универсальную формулировку принципа программного управления предложил американский ученый Джон фон Нейман (1945):

- Кодирование информации и команд;
- Порядок выполнения команд
- Хранение информации и команд

Кодирование информации и команд

- Обрабатываемая информация кодируется двоичными цифрами (0, 1) и разделяется на единицы, называемые словами.
- Алгоритм вычислений представляется в виртуальной машине в машинной форме – в виде программы, состоящей из последовательности **команд**. Команды также записываются в двоичном виде. Каждая команда предписывает некоторую операцию (из набора операций вычислительной машины) и указывает слова данных (числа), над которыми ее нужно выполнить.

Структура типовой команды



КОП – код операции

$A_{ч1}$, $A_{ч2}$ – адреса аргументов

$A_{ч3}$ – адрес результата операции

Порядок выполнения команд

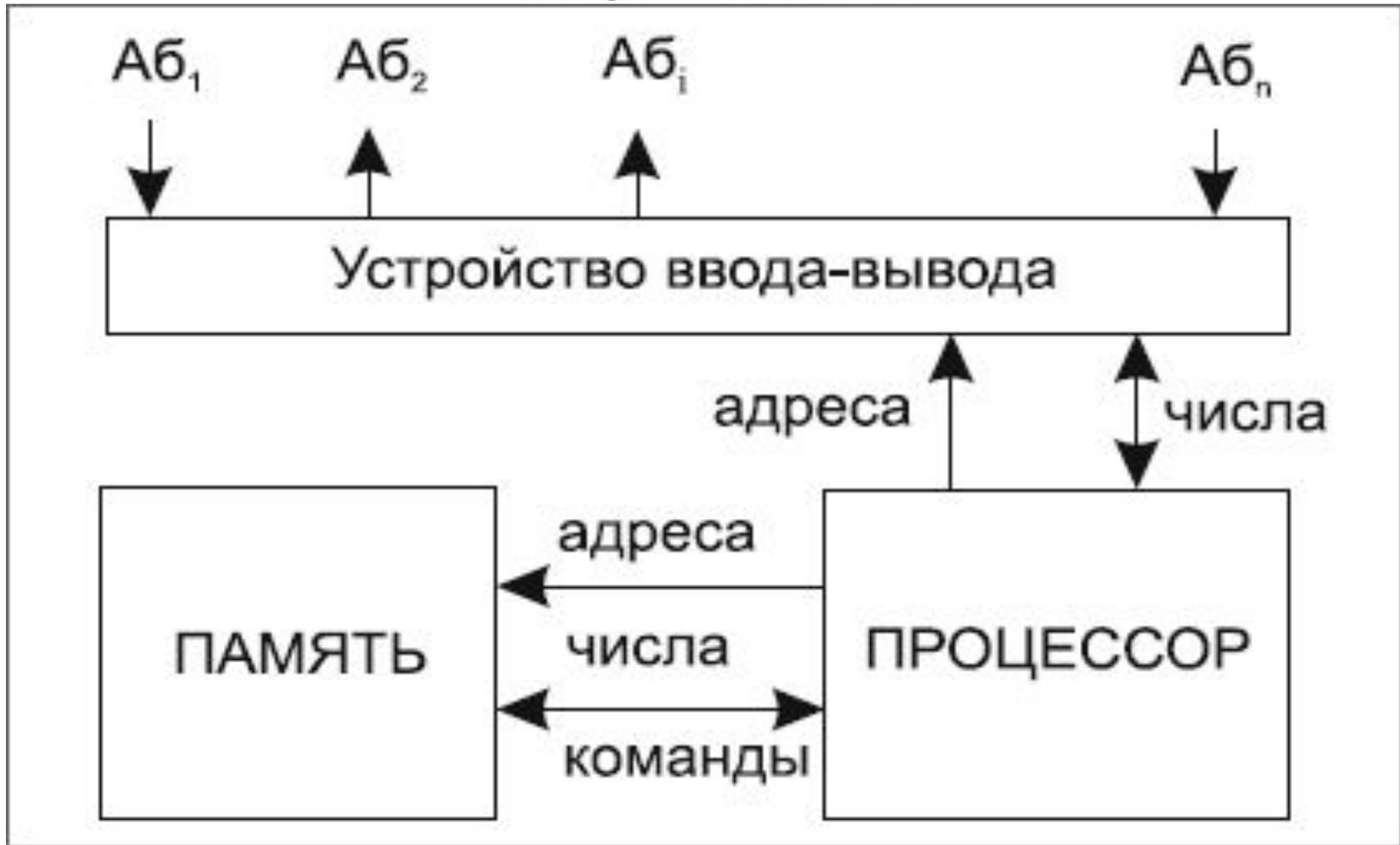
Команды программы хранятся в смежных ячейках памяти ВМ и выполняются в естественном порядке, то есть в порядке их расположения в программе. При необходимости с помощью специальных команд, естественный порядок выполнения может быть изменен.

Вычисления в виртуальной машине определяются программой

Хранение информации и команд

Команды и данные хранятся в одной и той же памяти, и внешне в памяти они неразличимы. Распознать их можно только по способу использования. Команды отыскиваются по адресам.

Структура виртуальной машины



Устройства ввода-вывода

- **УВВ** обеспечивает связь виртуальной машины с внешним миром. Все внешние источники и потребители информации называются абонентами виртуальной машины. Каждому абоненту присваивается свой адрес Ab_1, Ab_2, \dots, Ab_n .
- Абоненты отличаются друг от друга как скоростью работы, так и формой передаваемой (принимаемой) информации. А в виртуальной машине обрабатываются только двоичные коды, причем с постоянной скоростью.

Память компьютера

- **Память** компьютера имеет сложную многоуровневую структуру, реализованную в виде взаимодействующих запоминающих устройств (ЗУ), которые могут использовать различные физические принципы для хранения данных.
- Введенная информация сначала запоминается в основной памяти, а затем переносится во вторичную память для длительного хранения. Чтобы программа могла выполняться, команды и данные должны располагаться в *основной памяти* (ОП), организованной таким образом, что каждое двоичное слово хранится в отдельной ячейке, идентифицируемой адресом, причем соседние ячейки памяти имеют следующие по порядку адреса.

Основная память

Основная память (ОП) – память с произвольным доступом.

- ОЗУ – энергозависимая память
- ПЗУ – энергонезависимая память с произвольным доступом.

Вторичная память

Для долговременного хранения больших программ и массивов данных в виртуальной машине обычно имеется дополнительная память, известная как *вторичная*. Вторичная память энергонезависима. Информация в ней хранится в виде специальных программно-поддерживаемых объектов – файлов.

Файл – это именуемый набор записей, обрабатываемых как единый блок (определение стандарта ISO).

Кэш-память

- Кэш-память – память небольшой емкости, но высокого быстродействия. В нее из основной памяти копируются наиболее часто используемые команды и данные.
- При обращении со стороны процессора информация берется не из основной памяти, а из соответствующей копии, находящейся в более быстродействующей кэш-памяти.

Процессор

- **Процессор** интерпретирует программу и на ее основе управляет работой всех устройств виртуальной машины. Функцией процессора является выборка команд из ОП и выполнение действий, предписанных командами. Говорят, что процессор является ***аппаратным интерпретатором*** команд.

Порядок функционирования виртуальной машины

ВМ работает циклически, выполняя в автоматическом режиме одну команду за другой.

Порядок выполнения типовой команды

1. Чтение команды
2. Расшифровка кода команды
3. Выборка чисел (операндов)
4. Выполнение операции
5. Запись результата
6. Определение адреса следующей команды

Машинный язык

- В совокупности команды аппаратного процессора составляют язык, на котором люди могут давать задания компьютеру. Такой язык называется встроенным **машинным языком** (МЯ).
- Команды машинного языка очень просты. Обычно их образуют команды пересылки данных, арифметической и логической обработки, ввода/вывода и управления потоком команд. Причем арифметическая обработка ограничивается сложением, вычитанием, умножением и делением.
- Примитивность машинных языков делает их использование трудным и утомительным.

Язык высокого уровня

Для преодоления сложности общения создают новые команды, более удобные для человека, чем машинные команды. Вместе эти команды образуют язык высокого уровня (ЯВУ). Подобный язык аппаратный компьютер не понимает.

Существует два способа преодоления этого непонимания, их основная цель: заменять высокоуровневые команды эквивалентными наборами машинных команд

Трансляция

При *трансляции* каждая команда из ЯВУ заменяется на эквивалентный набор команд из машинного языка. Создается вместо исходной программы на ЯВУ новая программа на машинном языке, которую будет выполнять аппаратный компьютер.

Интерпретация

- При ***интерпретации*** создается программа на машинном языке, которая поочередно обрабатывает каждую команду программы на языке высокого уровня: она заменяет каждую команду ЯВУ на эквивалентный набор машинных команд и сразу же выполняет этот набор. При этом новая программа на машинном языке не создается.
- Программу, выполняющую «покомандный перевод» называют ***интерпретатором***.

Понятие виртуальной машины

Виртуальная машина – это программная надстройка над аппаратным компьютером.

Виртуальная машина весьма удобна для программиста, поскольку в качестве машинного языка здесь выступает язык высокого уровня. Человек может считать, что ЯВУ встроен в виртуальную машину, и писать программы для машины в удобной для себя форме. Реально всю работу по-прежнему будет выполнять аппаратный компьютер, обеспечиваемый транслятором или интерпретатором.

Трансляторы

- **Транслятором** называется программное приложение, которое в качестве входных данных воспринимает программы на некотором **исходном** языке, а на выходе формирует эквивалентные по своей функциональности программы, но уже на другом, так называемом **объектном** языке. Как исходный так и объектный язык может быть высокого или низкого уровня

Разновидности трансляторов

- **Ассемблер** – транслятор у которого объектным языком является некоторая разновидность машинного языка какого-либо аппаратного компьютера, а исходным языком – символическое представление машинного языка (язык ассемблера).

Разновидности трансляторов

- ***Компилятор*** – транслятор, для которого исходным считается язык высокого уровня, Объектный язык очень близок к машинному языку аппаратного компьютера – им является либо язык ассемблера, либо вариант машинного языка.

Разновидности трансляторов

- ***Загрузчик или редактор связей*** – это транслятор, у которого объектный язык состоит из готовых к выполнению машинных команд, а исходный язык очень близок к объектному. Обычно исходный язык описывает программы на машинном языке, представленные в перемещаемой форме, а также таблицы данных.

Разновидности трансляторов

- ***Препроцессор или макропроцессор*** – это транслятор с исходным языком в виде расширенной формы некоторого языка программирования высокого уровня (C++) и объектным языком в виде стандартной версии этого языка

Пошаговый процесс трансляции

Типична следующая последовательность шагов:

- 1. Исходный текст программы на языке C++ транслируется в текст на C.
- 2. Текст программы на C компилируется в программу на языке ассемблера.
- 3. Редактор связей преобразует программу на языке ассемблера в выполняемый машинный код.
- 4. Загрузчик загружает в память выполняемый машинный код, который теперь может быть выполнен.

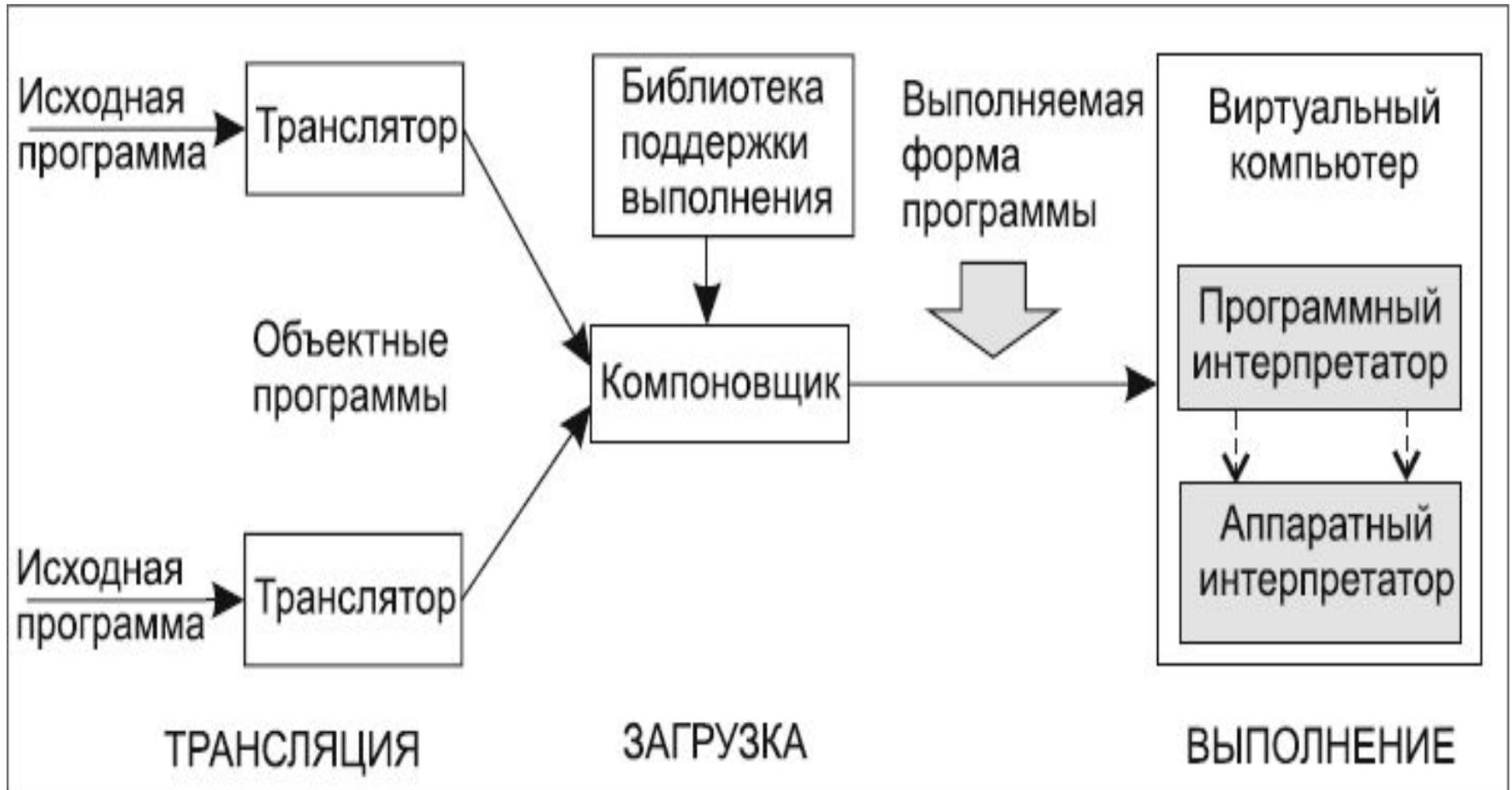
Недостатки механизма трансляции

- Потеря информации об исходной программе на ЯВУ. Если при выполнении объектной формы программы появляется ошибка, трудно выявить высокоуровневый оператор, являющийся ее источником;;
- Существенный рост размера объектной формы программы , поскольку оператор на языке высокого уровня содержит гораздо больше информации, чем команда машинного языка.

Программная интерпретация

- При программной интерпретации создается виртуальная машина – виртуальный компьютер, для которого машинным языком будет некоторый язык высокого уровня. Виртуальный компьютер – это аппаратный компьютер + набор программ на машинном языке, которые моделируют алгоритмы и структуры данных, необходимые для выполнения программ на языке высокого уровня.

Этапы обработки программы пользователя



Иерархия виртуальных машин для веб-среды

