

# Обработка прерываний

# Понятие прерывания

**Прерывание** – это важная процедура, которая позволяет изменить нормальную последовательность команд, выполняемых процессором.

# Понятие прерывания

Процессор должен реагировать на события, которые происходят вне его. Эту реакцию можно реализовать **двумя способами**:

1. Процессор должен постоянно просматривать все устройства, которые могут потребовать его внимания. Такой способ **неэффективен**, т.к. большая часть времени процессора может уйти на сканирование.
2. Использование **прерываний**.

# Сущность прерывания

Устройство, которое требует внимания процессора, сообщает об этом с помощью специального сигнала (запрос на прерывание). По этому сигналу управление CPU передается ОС. ОС запоминает состояние прерванного процесса и хранит эту информацию в спец. регистре микропроцессора. Такой регистр называется **СТЕК**. Затем ОС анализирует, от какого устройства произошло прерывание и затем передает управление программе, которая управляет устройством, выдавшим запрос на прерывание.

Такая программа называется **обработчик прерывания**.

# Сущность прерывания

Прерывание может быть вызвано не только каким-нибудь **устройством**, но и **выполняющимся процессом**.

# Сущность прерывания

В начале прерывания использовались в основном для управления **процессором**, устройствами **ввода-вывода**. Затем прерывания стали использовать для организации **внутренней работы ЭВМ**.

В соответствии с этим существуют следующие **типы прерываний**:

1. **Аппаратные прерывания** – прерывания от устройств компьютера.
2. **Программные прерывания** – прерывания, которые вырабатывают процессы, находящиеся на стадии выполнения.
3. **Логические прерывания** – Эти прерывания вырабатывает сам процессор, когда встречается с каким-либо необходимым условием:
  - а) деление на 0
  - б) переполнение регистров микропроцессора
  - в) пошаговое выполнение программ
  - г) режим контрольных точек.



# Каждое прерывание имеет два параметра

- Номер прерывания
- Вектор прерывания

**Вектор прерывания** – это адрес ячейки памяти, где хранится программа – обработчик прерывания.

**Прерывания обозначаются - IRQ.**

# Ядро операционной системы

Все операции над процессами выполняются той частью ОС, которая называется **ядром**.

**Ядро ОС** – это часть кода ОС, которая наиболее интенсивно используется в процессе работы. По этой причине ядро ОС постоянно находится в памяти, в то время как другие части ОС загружаются в память и выгружаются из нее по мере необходимости.

Например, в ОС MS-DOS ядро системы составляют **два файла**:

- 1) IO.SYS
- 2) MSDOS.SYS



Одной из **основных функций ядра** является обработка прерываний.

В ОС MS-DOS функцию управления обработки прерываний выполняет файл **MSDOS.SYS**.

# Функции ядра ОС

- Создание и уничтожение процессов
- Переключение процессов из состояния в состояние
- Приостановка и оптимизация процессов
- Организация взаимодействия между процессами
- Манипулирование блоками управления процессов
- Поддержка операций ввода-вывода

# Концепция прерывания

**Концепция прерывания** состоит в том, что любой процесс, обслуживаемый операционной системой, может быть прерван процессом, имеющим более высокий приоритет.

**Прерывание** – временное прекращение процесса, такого как выполнение программы вычислительной машины, вызванное событием, внешним по отношению к этому процессу, и совершенное таким образом, что процесс может быть продолжен.

В вычислительной машине **прерывание** – это событие, при котором меняется нормальная последовательность команд, выполняемых процессором.

Сигнал "**прерывание**" сначала обрабатывается аппаратурой вычислительной машины – системой прерываний.

## **Если произошло прерывание, то в вычислительной системе выполняются последовательно следующие действия.**

- управление передается операционной системе;
- операционная система запоминает состояние прерванного процесса;
- операционная система анализирует тип прерывания и передает управление соответствующей программе обработки этого прерывания;
- программа обработки прерывания выполняет предписанные действия и передает управление операционной системе;
- операционная система по результатам работы программы обработки прерываний либо восстанавливает состояние прерванного процесса и позволяет развиваться ему дальше, либо аварийно заканчивает его.

Количество источников сигналов прерывания достигает в современных вычислительных системах **нескольких сотен и даже тысяч.**



# Классификация прерываний

Различают **шесть основных классов** прерываний:

1. прерывания от схем контроля ЭВМ;
2. прерывания по рестарту (повторному пуску);
3. прерывания ввода/вывода;
4. внешние прерывания;
5. прерывания по вызову супервизора;
6. программные прерывания.

1. Прерывание от схем контроля возникает в случае появления любой аппаратной ошибки в ЭВМ. Продолжение работы машины становится невозможным, и процесс аварийно заканчивает свое существование.

2. Прерывание по **рестарту** может наступить в следующих случаях: на пульте управления была нажата кнопка (клавиша, сочетание клавиш) повторного пуска ЭВМ; процесс, выполняющий в данной ЭВМ, выдал команду рестарта; в многомашинной системе получена команда рестарта от другого компьютера. В любом случае в ЭВМ, получившей команду рестарта, выполняются действия **по загрузке операционной системы.**

3. Прерывания ввода/вывода инициируются аппаратурой, обеспечивающей операции ввода и вывода данных. Они сигнализируют центральному процессору об изменении состояния устройств ввода/вывода.

4. **Внешнее** прерывание может возникнуть по самым различным причинам. Типичными источниками внешних прерываний являются **таймер**, выдающий сигнал об истечении кванта времени, **параллельный синхронный** или **асинхронный процесс**, **другой процессор**, **другой компьютер**.

5. **Прерывание по вызову** супервизора появляется в том случае, когда работающий процесс выполняет команду обращения к супервизору. Этой командой программа пользователя генерирует запрос на предоставление конкретной системной услуги, например, на выполнение операции ввода/вывода, увеличение объема выделенной памяти и т.п. Механизм команд позволяет защитить операционную систему от пользовательских процессов.



**6. Программное прерывание** может возникнуть по двум причинам: процесс пытается выполнить ошибочную операцию (например, деление на нуль, операция с неправильным кодом и т.п.); процесс выполнил заранее подготовленную команду прерывания для обеспечения перехода к выполнению других действий (например, для синхронизации нескольких процессов в вычислительной системе).

Для обработки каждого из типов прерываний в составе операционной системы предусмотрены **специальные программы обработки прерываний** (или обработчики прерываний, **Interrupt Handler – IH**). В ОС имеется **шесть основных обработчиков прерываний** (по количеству классов прерываний). Когда происходит прерывание, операционная система запоминает состояние прерванного процесса и передает управление соответствующему обработчику прерываний.

# Механизм прерываний

- **Вектор прерывания** – это адрес ячейки памяти, где хранится программа – обработчик прерывания.
- Приведем назначение некоторых наиболее важных векторов: **1-256**

Номер	Описание
0	Ошибка деления.
1	Прерывание пошагового режима.
2	Аппаратное немаскируемое прерывание.
3	Прерывание для трассировки.
4	Переполнение.
5	Печать копии экрана.
6	Неопределенный код операции или длина команды больше 10 байт
7	Особый случай отсутствия математического сопроцессора

# Приоритеты прерываний

Если ожидать одну миллисекунду до реагирования на прерывание от заводского станка, он может повредить обрабатываемую деталь.

Очевидно, потребуется как-то упорядочить прерывания в системе, назначив важным из них более высокий приоритет.

# Приоритеты прерываний

В самом процессоре схем для этого нет, поэтому обычно все прерывающие устройства подключаются к **микросхеме контроллера прерываний**, а она подключается к процессору. Контроллер прерываний имеет несколько режимов работы. В наиболее часто используемом режиме каждому устройству назначается **уникальный приоритет**. Если прерывания от двух устройств возникают одновременно, контроллер передает в процессор прерывание с более высоким приоритетом, а менее приоритетное прерывание запоминает. Как только процессор оканчивает обработку первого прерывания, контроллер сообщает ему о втором прерывании.



# Приоритеты прерываний

**Обработчик прерываний** (или процедура обслуживания прерываний) — специальная процедура, вызываемая по прерыванию для выполнения его обработки.

Обработчики прерываний могут выполнять множество функций, которые зависят от причины, которая вызвала прерывание.



На современных ПК обработчики основных аппаратных и программных прерываний **находятся в памяти BIOS.**