

mov ax, bx xor cx, cx pop bp retf

Прикладная программа

Операционная система

BIOS / UEFI

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Используются для взаимодействия с внешними устройствами.
- 2¹⁶ портов по 8 бит.
 - С номерами от 0000 до FFFF.
 - F8-FF зарезервированы.
 - Соседние 8-битные порты могут группироваться в 16- и 32-битные.

> Инструкция IN

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Операнды:
 - первый (приёмник) AL/AX/EAX;
 - второй (источник) imm8 или DX.
- о Читает значение из порта.
 - Второй операнд задаёт номер порта.

> Инструкция OUT

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Операнды:
 - первый (приёмник) imm8 или DX;
 - второй (источник) AL/AX/EAX.
- о Записывает значение в порт.
 - Первый операнд задаёт номер порта.

> Инструкции INS и OUTS

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Среди строковых команд есть две для работы с портами:
 - INSB/INSW/INSD
 - OUTSB/OUTSW/OUTSD
- Принцип работы аналогично другим строковым командам.

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Внешним устройствам ставятся в соответствие те или иные порты.
 - Для некоторых устройств номера портов фиксированные.
 - Для некоторых могут изменяться.
- Запись в порт отправка данных устройству.
- Чтение из порта приём данных от устройства.

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

о Пример:

- Видеоадаптер VGA использует порты с номерами 03B0–03DF.
- Порты 03С7, 03С8 и 03С9 можно использовать для чтения/изменения используемого набора цветов.

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Изменение цвета номер X (0–255):
 - В порт 3С8 записать номер цвета X.
 - В порт 3С9 последовательно записать
 - красную составляющую (0–63);
 - зелёную составляющую (0–63);
 - о синюю составляющую (0−63).

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Получение цвета номер X (0–255):
 - В порт 3С7 записать номер цвета X.
 - Из порта 3С9 последовательно читать
 - о красную составляющую;
 - о зелёную составляющую;
 - о синюю составляющую.

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Порты 0040–0043 используются для управления таймерами.
 - Есть три канала таймеров:
 - Канал 0 отвечает за таймер, срабатывающий 18.2 раза в секунду и генерирующий прерывание 08h.
 - о Канал 1 отвечает за memory refresh.
 - Канал 2 позволяет управлять встроенным динамиком (пищалкой).

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Порты 0060–0063 используются для управления РРІ — Programmable Peripheral Interface.
 - Бит 1 порта 0061 управляет состоянием встроенного динамика:
 - о Всего 2 состояния.
 - Изменяя значение этого бита с определённой частотой, можно добиться звука требуемой частоты.

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Для вывода звука можно соединить выход таймера 2 со входом динамика.
 - См. TechHelp -> Speaker control

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Порты 0330 и 0331 используются для взаимодействия с MPU-401 (если есть такое устройство).
 - Эмулируется NTVDM и DOSBox.
 - Но в NTVDM есть ошибка эмуляции, из-за которой нота начинает звучать только после записи следующего сообщения.

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- MPU MIDI Processing Unit.
- o MIDI:
 - 16 каналов (канал 10 перкуссия);
 - один из 128 инструментов в каждом.
- В режиме UART MP-401 просто передаёт поступающие данные на устройство воспроизведения.

- Порт 0331 управляющий:
 - используется для отправки команд и определения готовности MPU-401 к приёму/передаче данных/команд.
- Порт 0330 порт данных:
 - используется для передачи данных (МІDІ-сообщений).

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- о Сброс устройства:
 - отправить команду FFh в порт 331.
- Переключение в режим UART:
 - отправить команду 3Fh в порт 331.
- о Воспроизведение звуков:
 - посылать MIDI-сообщения в порт 330.

> MIDI-сообщения

mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf

Байт статуса	Байты данных	Описание
1000nnnn	0kkkkkk 0vvvvvv	Note Off
1001nnnn	0kkkkkk 0vvvvvv	Note On
1100nnnn	Оррррррр	Program Change

nnnn — номер канала kkkkkkk — номер клавиши (ноты) vvvvvvv — сила (скорость) нажатия/отпускания ppppppp — номер программы (инструмента)

> MIDI-сообщения

mov ax, bx xor cx, cx pop bp retf

											<u> </u>
Нота	Октава										
	-2	- 1	0	1	2	3	4	5	6	7	8
С	0	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
C#	1	13	25	37	49	61	73	85	97	109	121
D	2	14	26	38	50	62	74	86	98	110	122
D#	3	15	27	39	51	63	75	87	99	111	123
E	4	16	28	40	52	64	76	88	100	112	124
F	5	17	29	41	53	65	77	89	101	113	125
F#	6	18	30	42	54	66	78	90	102	114	126
G	7	19	31	43	55	67	79	91	103	115	127
G#	8	20	32	44	56	68	80	92	104	116	
А	9	21	33	45	57	69	81	93	105	117	
A#	10	22	34	46	58	70	82	94	106	118	
В	11	23	35	47	59	71	83	95	107	119	

- Бит 6 порта 330h равен 0, когда
 MPU-401 готов принимать данные.
 - Нужно дождаться этого перед отправкой MIDI-сообщения.
- Бит 7 порта 330h равен 0, когда MPU-401 хочет передать данные.
 - Нужно считывать данные перед продолжением работы.

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Для большинства устройств взаимодействие намного сложнее.
 - С ними приходится общаться через контроллер шины, к которой они подключены (ISA, PCI и т.п.).
 - Само устройство может содержать сотни т.н. регистров и поддерживать десятки различных режимов работы.

```
mov ax, bx
xor cx, cx
pop bp
retf
```

- Для большинства устройств взаимодействие намного сложнее.
 - Драйвер набор процедур, реализующих взаимодействие с устройством.
 - ОС определяет, какие процедуры должен содержать драйвер.

> Вопросы?

mov ax, bx xor cx, cx pop bp retf