## § 5. ВНЕШНИЕ УСТРОЙСТВА ЭВМ:ФИЗИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Внешние (или, по другому, периферийные) устройства ЭВМ прошли огромный путь в своем развитии. Существуй машина времени, инженеры-конструкторы и пользователи ЭВМ 50-х годов, увидев принтер, вряд ли поверили бы, что этот миниатюрный настольный аппарат может делать гораздо больше, чем его предок ростом с человека - АЦПУ (авгоматическое цифровое печатающее устройство), и вообще не поняли бы, чем занимается сканер или «мышь». Возможности компьютера в значительной степени определяются номенклатурой и производительностью внешних устройств.

### 5.1. ВНЕШНИЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Внешние запоминающие устройства (ВЗУ) обеспечивают долговременное хранение программ и данных. Наиболее распространены следующие типы ВЗУ: накопители на магнитных дисках (НМД); их разновидности - накопители на гибких магнитных дисках (НГМД) и накопители на жестких магнитных дисках (НЖМД); накопители на магнитных лентах (НМЛ); накопители на оптических дисках (НОД).

Соответственно, физическими носителями информации, с которыми работают эти устройства, являются магнитные диски (МД), магнитные ленты (МЛ) и оптические диски (ОД).

Принцип записи информации на магнитных носителях основан на изменении намагниченности отдельных участков магнитного слоя носителя (диска, ленты). Запись осуществляется с помощью магнитной головки: электрические сигналы, возникающие под управлением электронного блока, возбуждают в ней магнитное поле, воздействующее на носитель и оставляющее намагниченные участки на заранее размеченных дорожках. При считывании информации эти намагниченные участки индуцируют в магнитной головке слабые токи, которые превращаются в двоичный код, соответствующий ранее записанному.

***Накопители на магнитных дисках*** включают в себя ряд систем:

• электромеханический привод, обеспечивающий вращение диска;

• блок магнитных головок для чтения-записи;

• системы установки (позиционирования) магнитных головок в нужное для записи или чтения положение;

• электронный блок управления и кодирования сигналов.

НГМД - устройство со сменными дисками (их часто называют «дискетами»). Несмотря на относительно невысокую информационную емкость дискеты, НГМД продолжают играть важную роль в качестве ВЗУ, поскольку поддерживают ряд функций, которые не обеспечивают другие накопители. Среди них отметим

• возможность транспортировки информации на любые расстояния;

• обеспечение конфиденциальности информации (дискету можно положить в карман сразу после окончания сеанса работы).

***Дискета*** *-* гибкий тонкий пластиковый диск с нанесенным (чаще всего на обе стороны) магнитным покрытием, заключенный в достаточно/тверды и - картонный или пластиковый - конверт для предохранения от механических повреждений. Информация на диск наносится вдоль концентрических окружностей - дорожек. Каждая дорожка разбита на несколько секторов (обычно 9 или 18) - минимально возможных адресуемых участков. Стандартная емкость сектора - 512 байт. На двухсторонней дискете две одинаковые дорожки по обе стороны диска образуют цилиндр. Процедура разметки нового диска - нанесение секторов и дорожек -называется форматированием. Иногда приходится прибегать к переформатированию диска, на котором уже есть информация; последняя в таком случае практически обречена на уничтожение.

Тип дискеты обычно указывается на ее конверте:

DS (double side) - двухсторонняя;

DD (double density) - двойной плотности;

HD (high density) - высокой плотности.

Возможны сочетания типа DS/DD, DS/HD и др.

Стандартные размеры (диаметры) дискет 133 мм (5,25 дюйма; постепенно выходят из эксплуатации) и 89 мм (3,5 дюйма). Появились,но пока не получили широкого распространения, дискеты диаметром 51 мм.

Важнейшая, с точки зрения пользователя, характеристика дискеты - информационная емкость. Чаще всего она находится в диапазоне от одного до полутора мегабайт, хотя созданы дискеты с емкостью до 10 Мбайт. Специальные дискеты для резервного копирования (так называемые Zip-диски, для работы с которыми нужны особые дисководы) имеют емкость 100 Мбайт и более. Другие важнейшие характеристики - скорость доступа к определенному участку информации и скорость записи или считывания информации - определяются не столько самой дискетой, сколько возможностями НГМД. Доступ к информации осуществляется за время в диапазоне от 0,1 с до 1 с (что очень велико по сравнению с другими типами дисководов), скорость чтения/записи порядка 50 кбайт/с, что по современным представлениям весьма немного.

***Жесткий диск*** сделан из сплава на основе алюминия и также покрыт магнитным

слоем. Он помещен в неразборный корпус, встроенный в системный блок компьютера. По всем профессиональным характеристикам жесткие диски (и соответствующие накопители) значительно превосходят гибкие: емкость от 20 Мбайт до 10 Гбайт (реально диски с емкостью меньшей, чем 1 Гбайт, давно не выпускаются), время доступа к конкретной записи в диапазоне от 1 до 100 миллисекунд (мс), скорость чтения/записи порядка 1 Мбайта/с. Скорость вращения дисков велика, обычно 3600 об/мин, что и обеспечивает относительно короткое время доступа. Однако, жесткий дискне предназначен для транспортировки информации,и это не позволило накопителям на жестких дисках вытеснить НГМД.

Первые ***накопители на оптических дисках*** появились в начале 70-х годов, но широкое распространение получили значительно позже. Существует несколько разновидностей оптических дисков, предназначенных для устройств, допускающих только чтение (CD-ROM, т.е. Compact Disk Reed Only Memory - компакт-диск только для чтения), для устройств, допускающих хотя бы однократную запись информации на рабочем месте пользователя и для устройств, позволяющих, подобно накопителям на магнитных дисках, многократную перезапись информации. CD-ROM диск, запись на который производится один раз при его создании и не может быть изменена, представляет собой прозрачную поликарбонатную (вид стекла) пластинку, одна сторона которой покрыта тончайшей алюминиевой пленкой, играющей роль зеркального отражателя, поверх которой нанесен защитный слой лака. Информация на ней представляется подобно тому, как на старых граммофонных пластинках - чередованием углублений и пиков, однако не в аналоговом, а в цифровом (двоичном) коде. Этот рельеф создается при производстве механическим путем (контактом с твердой пластинкой - матрицей). Информация наносится вдоль тончайших дорожек (радиальная плотность записи более 6000 дорожек/см, что в несколько десятков раз больше, чем для гибкого диска). Считывание информации осуществляется путем сканирования дорожек лазерным лучом, который по-разному отражается от углублений и пиков (по этому отражению восстанавливается записанный двоичный код). Вдоль дорожек оптического диска со скоростью 200 - 500 раз в минуту пробегает лазерный луч. При создании дисков, позволяющих вести многократную перезапись, доминирует магнито-оптический принцип (CD-МО диски). В основу положен следующий физический принцип: коэффициент отражения лазерного луча от по-разному намагниченных участков диска с особым образом нанесенным магнитным покрытием различен. Таким образом запись на МО-диски магнитная, а считывание - оптическое (лазерным лучом).

Профессиональные характеристики оптических дисков, в общих чертах таковы: емкость записи и скорость доступа к информации того же порядка, что у жестких дисков. По надежности хранения информации оптические диски в настоящее время не имеют себе равных.

Все вместе взятое и определяет место НОД в современном мире информационных технологий: от очень важных, но все-таки факультативных, устройств они становятся обязательной принадлежностью компьютеров. По мере снижения стоимости оборудования CD-МО диски могут вытеснить гибкие магнитные диски, так как, обладая значительно превосходящими профессиональными характеристиками, обеспечивают все функции ГМД. Заметим, что ситуация в .этой области меняется чрезвычайно быстро.

***Накопители на магнитных лентах*** имели огромное значение для ЭВМ первых поколений. Собственно, поначалу кроме них надежных накопителей информации большой емкости вообще не было. По мере развития ЭВМ НМЛ оттеснялись на периферию в списке ВЗУ, но свое устойчивое место занимают по сей день (хотя пользователям персональных компьютеров это не очень заметно). Ясно, что по скорости доступа к информации НМЛ всегда будут многократно проигрывать дисковым накопителям - ведь для того, чтобы считать информацию на некотором месте ленты, необходимо отмотать предшествующий ее кусок с начала. Однако по-прежнему на лентах хранят большие объемы информации, которая не является оперативной, но требует очень надежного хранения, а также конфиденциальности.

На персональных компьютерах иногда используют специальный кассетный накопитель, размеры которого совпадают с размерами НГМД и который можно вставить на место последнего - так называемый *стриммер.* Он удобен, например, для переноса информации с жесткого диска одного компьютера на другой, долговременного хранения особо ценных системных и личных программ и данных.

### 5.2. УСТРОЙСТВА ВВОДА ИНФОРМАЦИИ

Разумеется, для ввода (и вывода) информации используются все виды ВЗУ. Заметим, что информация в ВЗУ хранится в виде, недоступном для непосредственного восприятия человеком, ибо ВЗУ предназначены для промежуточного хранения данных.

Многие другие устройства ввода/вывода, напротив, предназначены для обмена информацией с человеком.

Важнейшим из устройств ввода, несомненно, является ***клавиатура****.* Подавляющее большинство современных клавиатур являются полноходовыми контактными, т.е. клавиша утапливается при нажатии и замыкает контакт между двумя металлическими пластинками, покрытыми, во избежание окисления, пленкой благородного металла. Хорошая клавиатура рассчитана на несколько десятков миллионов нажатий каждой клавиши. При нажатии клавиши генерируется связанный с ней код, заносимый в соответствующий буфер памяти, а при ее отпускании - другой код, что позволяет перепрограммировать назначение клавиш, вводя новую таблицу соответствия этих кодов.

Ряд клавиш при совместном нажатии пары из них генерируют специальный код, отличный от того, который генерируется при нажатии каждой клавиши в отдельности. Это позволяет значительно увеличить возможности клавиатуры. Вспомним, что для передачи всех возможностей при байтовой системе кодирования могло бы понадобиться 256 клавиш, чего нет ни на одной клавиатуре благодаря указанным совмещениям.

Большинство клавиатур имеют стандартные группы клавиш:

• клавиши пишущей машинки - для ввода букв, цифр и других знаков;

• служебные клавиши, перенацеливающие действия остальных (переключатели регистров, переходы с латинского шрифта на русский и другие);

•функциональные клавиши Ft - F12 (иногдаих меньше), назначение которыхзадает разработчик прикладной программы;

• дополнительные цифровые клавиши для большего удобства в работе.

Важным свойством клавиатуры, благодаря которому пользователь может работать не один час подряд, является эргономичность. Этим термином задается совокупность характеристик, определяющих удобство (в широком смысле слова) устройства. По отношению к клавиатуре это дизайн, отсутствие бликов, удобное взаиморасположение и размеры клавиш и многое другое.

В состав стандартного оснащения современного персонального компьютера входит ***мышь*** *-* устройство ввода и управления. Конструктивно это коробочка с выступающим внизу шариком, который, поворачиваясь, вращает взаимно перпендикулярные колесики. Благодаря наличию в них специальных прорезей оптическая система мыши способна отслеживать и преобразовывать движение шарика в перемещение курсора на экране компьютера. Две или три клавиши на верхней стороне мыши позволяют отдавать многочисленные команды, определяемые текущей программой. То же делает «перевернутаямышь» - шар (trackball), который монтируется в корпус компьютера или клавиатуры.

Есть еще ряд манипуляторов, служащих для ввода информации: ***световое перо, джойстик*** и т.д. Они второстепенны, решают некоторые ограниченные задачи.

Все чаще рядом с компьютером оказывается ***сканер*** *-* устройство для ввода с листа бумаги документов (текстов, чертежей и т.д.). Лучик света с огромной скоростью пробегаетпо листу, светочувствительными датчиками воспринимается яркость (а иногда и цветность) отраженного света и трансформируется в двоичный код. Сканеры бывают цветными и монохромными, с разной разрешающей способностью, разным размером обрабатываемых изображений, настольными и ручными. Наиболее совершенные из них весьма дороги.

Несколько слов о вводе текстов с помощью сканера. Всякую информацию сканер воспринимает как графическую. Если это текст, то чтобы компьютер осознал его в таком качестве и позволил далее обрабатывать как текст (например, программами типа «редактор текстов»), нужна специальная программа распознавания, позволяющая выделить в считанном изображении отдельные символы и сопоставить им соответствующие коды символов. Это - достаточно сложная задача, но она успешно решается.

Не так давно появились ***средства речевого ввода,*** которые позволяют пользователю вместо клавиатуры, мыши и других устройств использовать речевые команды (или проговаривать текст, который должен быть занесен в память в виде текстового файла). Возможности таких устройств достаточно ограничены, хотя они постоянно совершенствуются. Проблема не в том, чтобы записать речь, подвергнуть ее дискретизации и ввести коды в компьютер (при современном уровне техники это несложно), а чтобы распознать смысл речи и представить ее, например, в текстовой форме, допускающей последующую компьютерную обработку. Например, программа «Kurzweil Voice 1.0 for Windows» обеспечивает распознавание (на английском языке) всех речевых команд для навигации в среде «Windows», а в режиме диктовки текста способна распознать до 40 тысяч слов, произносимых в среднем для человека темпе речи (требуя, однако, не менее 16 Мбайт ОЗУ и не менее 50 Мбайт на винчестере лишь для самой себя). Многие специалисты связывают с прогрессом устройств речевого ввода будущее компьютерной техники, считая такие устройства ведущими элементами ее интеллектуализации.

### 5.3. УСТРОЙСТВА ВЫВОДА ИНФОРМАЦИИ

Самым популярным из устройств вывода информации является ***дисплей*** *-* устройство визуального отображения текстовой и графической информации. Дисплей относится к числу неотъемлемых принадлежностей компьютера. Есть и параллельные термины, обозначающие почти то же самое: «видеотерминал», «видеомонитор» (хотя есть и смысловые оттенки: «монитор» - устройство управлениячем-то,«терминал» - удаленное устройство доступа).

Дисплеи классифицируются по нескольким разным параметрам, отражающим их назначение в конкретной компьютерной системе и возможности. Бывают дисплеи монохромные и цветные. Монохромный дисплей производит отображение в двух цветах - черном и белом, либо зеленом и черном и т.д. Высококачественный цветной дисплей может воспроизводить десятки основных цветов и сотни оттенков.

Бывают дисплеи графические и алфавитно-цифровые (впрочем, последние, способные отображать лишь ограниченный набор основных символов используемого алфавита, почти исчезли из обычного обихода). Графический дисплей может отображать как символы, так и любое изображение, которое можно построитьизотдельных точек в пределах разрешающей способности.

По физическим принципам, лежащим в основе конструкций дисплеев, подавляющее большинство их относится к дисплеям на базе электронно-лучевых трубок и к жидкокристаллическим дисплеям (последние особенно часто встречаются у портативных компьютеров). У первых формирование изображения производитсяна внутренней поверхности экрана, покрытого слоем люминофора - вещества, светящегося под воздействием электронного луча, генерируемого специальной «электронной пушкой» и управляемого системами горизонтальной и вертикальной развертки. Жидкокристаллический экран состоит из крошечных сегментов, заполненных специальным веществом, способным менять отражательную способность под воздействием очень слабого электрического поля, создаваемого электродами, подходящими к каждому сегменту.

При выводе на экран любогоизображения, независимо от того, в растровом или векторном форматах оно зафиксировано в графических файлах, в видеопамяти формируется информация растрового типа, содержащая сведения о цвете каждого пиксела, задающего наиболее мелкую деталь изображения. Каждый пиксел однозначно связан с долей видеопамяти - несколькими битами, в которых программным путем задается яркость (и, при цветном экране, цветность) свечения этого пиксела. Специальная системная программа десятки раз в секунду считывает содержимое видеопамяти и обновляет содержимое каждого пиксела, тем самым создавая и поддерживая на экране изображение. В п. 4.3 говорилось о том, как при этом взаимодействуют процессоры - центральный и контроллер дисплея.

Основные характеристики дисплеев с точки зрения пользователя таковы: разрешающая способность, число воспроизводимых цветов (для цветного дисплея) или оттенков яркости (для монохромного). Для алфавитно-цифрового дисплея разрешающая способность - число строк на экране и символов в каждой строке. Так, дисплей устаревшего отечественного компьютера ДВК-1 (диалоговый вычислительный комплекс) имел разрешающую способность 24х80 символов. Для графического - это число высвечиваемых точек по горизонтали и вертикали. К примеру, в табл. 4.4 приведены характеристики цветного графического дисплея SVGA (Super Video Grapics Adapter - видеографический адаптер повышенного разрешения) в нескольких из возможных режимах работы.

Таблица 4.4

**Характеристики SVGA-монитора**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Режим | Разрешающая способность | Число цветов (оттенков яркости) |
| Символьный | 25х50 | 256 |
| 51х132 | 256 |
| Графический | 768х1024 | 16 |
| 480х640 | 64 |

В настоящее время (конец 90-х годов) начался промышленный выпуск плазменных дисплеев. В основе - возможность управлять возникновением электрических разрядов в некоторых газах и сопровождающим их свечением. Такие дисплеи обладают высоким качеством изображения и могут иметь значительно большие, чем у привычных компьютеров, размеры экранов при небольшой толщине (экран с диагональю около 1 м при толщине 8-10 см).

Огромную роль при выводе информации играют разнообразные печатающие устройства - ***принтеры****.* Наличие дисплея на современных компьютерах позволяет, работая в интерактивном режиме, экономить огромное количество бумаги, но все равно наступает, как правило, момент, когда необходима, так называемая, «твердая копия» информации - текст, данные, рисунок на бумаге. В процессе эволюции принтеры прошли следующий путь. Первые копировали пишущую машинку, имея ударные клавиши с буквами, цифрами и т.д. Под управлением процессора та или иная клавиша наносила удар по красящей ленте, оставляющей след на бумаге. Таких принтеров давно нет; их прямые наследники - точечно-матричные принтеры ударного типа - располагают перемещающейся вдоль строки печатающей головкой, содержащей от 7 до 24 игл, каждая из которых может независимо от остальных наносить удар по ленте. Это позволяет формировать изображения как букв и цифр, так и любых других символов, а также достаточно сложные рисунки и чертежи. Для хранения и подачи ленты используют специальную пластмассовую коробочку -картридж. Принтеры стали «интеллектуальными», т.е. имеют собственное ОЗУ и электронный блок управления для того, чтобы разгрузить основное ОЗУ и не отнимать в процессе печати время у центрального процессора.

Особенность современного принтера - возможность поддержки многих шрифтов. Часть шрифтов «прошита» в памяти принтера и задается нажатием клавиш на его панели, Еще больше шрифтов являются «загружаемыми», т.е. задаются той программой, которая обращается к устройствам печати. К примеру, широко распространенный графический редактор «Лексикон» позволяет пользователю выбирать между «обычным» шрифтом (так называемый шрифт пишущей машинки), жирным, курсивом (т.е. наклонными символами), жирным курсивом, символами с подчеркиванием и другими шрифтами - в зависимости от версии программы. Следует учесть, что при печати «собственными» шрифтами принтер обычно работает быстрее, так как комбинации ударов игл выбираются из знакогенератора принтера; загружаемые шрифты требуют дополнительного времени на загрузкудо начала печати соответствующей программы - знакогенератора; самая медленная печать осуществляется в графическом режиме, который требует постоянной пересылки в принтер информации о текущем режиме работы каждой иглы. Последний (графический) режим с появлением системы «Windows» стал очень распространенным; он не включает предварительной пересылки шрифтов в память принтера.

Приведем названия наиболее распространенных шрифтов, чаще всего «прошитых» в принтерах: roman - шрифт пишущей машинки; bold-face - полужирный; italic - курсив; condenced - сжатый.

Качество печати текста определяется не только шрифтом и классом принтера, но и числом точек, из которых формируется символ. Наиболее быстрый режим с минимально возможным числом точек и весьма невысоким качеством печати -режим черновой печати (draft); наиболее высококачественный - режим SLQ (Super Letter Quality). На одном и том же принтере соотношение скоростей печати в разных режимах может достигать 1:10.

Существуют ударные точечно-матричные принтеры цветной печати. В них используются 4-цветные ленты, и каждая точка изображения формируется четырьмя последовательными ударами иголки разной силы. Таким образом можно сформировать на бумаге точки всех основных цветов и множества оттенков. Крупнейший производитель точечно-матричных принтеров - фирма «Epson» (Япония).

Все чаще на рабочих местах пользователей персональных компьютеров появляются вместо точечно-матричных струйные или лазерные принтеры. Струйные принтеры вместо головки с иглами имеют головку со специальной краской и микросоплом, через которую эта краска «выстреливается» струйкой на бумагу (и быстро сохнет). Для формирования изображения либо струйка краски может отклоняться специально созданным электрическим полем (так как она электризуется в момент выхода из сопла), либо (чаще) головка имеет столбец из нескольких сопел - наподобие матрицы игл точечно-матричного принтера.

Струйные принтеры могут быть цветными, они смешивают на бумаге красители, порознь распыляемые разными соплами. Изображение, формируемое струйными принтерами, по качеству превосходит аналогичное, получаемоена точечно-матричных. Дополнительное достоинство - меньший уровень шума при работе.

Самые высококачественные изображения на бумаге на сегодняшний день дают лазерные принтеры. Один из основных узлов лазерного принтера - вращающийся барабан, на внешней поверхности которого нанесен специальный светочувствительный материал. Управляемый электронным блоком луч лазера оставляет на поверхности барабана наэлектризованную «картинку», соответствующую формируемому изображению. Затем на барабан наносится специальный мелкодисперсный порошок - тонер, частички которого прилипают к наэлектризованным участкам поверхности. Вслед за этим к барабану прижимается лист бумаги, на который переходит тонер, после чего изображение на бумаге фиксируется («прижигается») в результате прохождения через горячие валки. Все это происходит с огромной быстротой, благодаря чему лазерные принтеры значительно превосходят обсуждавшиеся выше по скорости работы. Лазерные принтеры -рекордсмены по части количества воспроизводимых шрифтов и качеству рисунков благодаря высочайшей разрешающей способности. Существуют как черно-белые, так и цветные лазерные принтеры. Лазерный принтер работает почти бесшумно. Единственный, но, увы, очень важный параметр, по которому они существенно уступают принтерам ранее описанных типов - стоимость; далеко не всякий может себе позволить приобрести принтер, по стоимости превосходящий точечно-матричный аналог в несколько раз.

Лидирующая фирма в производстве струйных и лазерных принтеров - «Hewlett-Packard» (HP), США, хотя в этой области действуют и другие фирмы.

Трудно сравнивать разные принтеры между собой, так как существует множество моделей с очень различающимися характеристиками. Приведем для примера принтеры разных типов примерно одного функционального класса, предназначенные для малого офиса или дома. Девятиигольчатый точечно-матричный EPSON LX 1050 при печати текста имеет максимальную производительность 200 знаков/с (при использовании встроенных шрифтов в режиме draft), т.е. может отпечатать страницу стандартного текста (порядка 30 строк) с очень скромным качеством за 10 с; высококачественная же печать займет до 2 мин. Струйный HP DeskJet 600 печатает со скоростью около 4 стр/мин с разрешением 600 точек/дюйм (весьма высокое качество печати); по скорости он превосходит указанный матричный примерно в 1,5 раза. Лазерный HP «LaserJet SL» по приведенным характеристикам такой же, как указанный выше струйный, но по стоимости превосходит его примерно вдвое.

Существуют и принтеры, работающие на других физических принципах, но по распространенности они значительно уступают тем, которые обсуждались выше.

К принтерам близки по назначению ***плоттеры*** *-* специализированные устройства для вывода на бумагу чертежей и рисунков. Рисунок исполняется специальным пером, управляемым электронным блоком; для цветного плоттера необходимо несколько перьев. Плоттер необходим как часть АРМа проектировщика, инженера-конструктора, архитектора. В силу специализированности и высокой стоимости плоттеры не являются устройствами массового распространения.

Своеобразные устройства вывода - ***синтезаторы звука****.* Простейшие из них есть в арсенале почти у всех персональных компьютеров и представляют собой обычный малогабаритный динамик, напряжение сигнала на котором с большой частотой изменяется компьютером. Таким способом удается подать простой звуковой сигнал, указывающий на наступление какого-либо события. Многие языки программирования дополняются командами типа ВЕЕР, SOUND, позволяющими программировать серии звуков. Если звукогенератор физически реализован так, что частота звучания поддается регулированию, то можно запрограммировать несложную мелодию, а если есть несколько независимых звукогенераторов, то - и звучание оркестра. Для этого в современных компьютерах устанавливается специальная плата - звуковая карта, - способная преобразовывать аналоговый звуковой сигнал в последовательность двоичных цифр и наоборот. Существуют и синтезаторы речи, назначение которых понятно из названия.