

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>Типовые узлы электронной аппаратуры</b> .....	6
Клавиатура.....	6
Вакуумные люминесцентные индикаторы.....	6
Жидкокристаллические индикаторы.....	7
Синтезаторы частоты с петлей ФАП.....	8
Приемники цифровых сообщений.....	9
Шина I <sup>2</sup> C.....	10
<b>МИКРОЭВМ ФИРМЫ «NEC»</b> .....	13
<b>Однокристалльные 4-разрядные микроЭВМ <math>\mu</math>PD75004, <math>\mu</math>PD75006, <math>\mu</math>PD75008</b> .....	14
Общее описание.....	14
<b><math>\mu</math>PD750(04/08)GB</b> Контроллер ЖКИ, схема управления индикатором и клавиатурой автомобильных магнитол U550/551/660/661/881/882/RDS фирмы «Sony».....	19
<b><math>\mu</math>PD75004GB-863-3B4</b> Контроллер панели управления автомагнитол KRC-954R, KRC-1054R фирмы «Kenwood».....	20
<b><math>\mu</math>PD750(04/06)GB-864-3B4</b> Контроллер магнитофона автомобильной магнитолы KRC-1054R фирмы «Kenwood».....	21
<b><math>\mu</math>PD75006GB-656-3B4</b> Контроллер магнитофона автомагнитолы KRC-855R/RL фирмы «Kenwood».....	22
<b>Однокристалльные 4-разрядные микроЭВМ <math>\mu</math>PD75028, <math>\mu</math>PD75036</b> .....	23
Общее описание.....	23
<b><math>\mu</math>PD75028, <math>\mu</math>PD75028CW064</b> Системный контроллер видеоплееров SLV-P30EE RMT-V100B/E, SLV-X7/ME RMT-V100B/E, SLV-P31/50/51/52EE RMT-V136E, SLV-XR9/ME/PS RMT-V100C/D фирмы «Sony».....	28
<b><math>\mu</math>PD75036</b> Управляющая микроЭВМ видеомагнитофонов SLV-P12EE RMT-V136H, SLV-XC10ME RMT-V136H, SLV-XC20ME/PS RMT-V136H фирмы «Sony».....	31
<b><math>\mu</math>PD75036GC-503-AB8</b> Управляющая микроЭВМ телефонов-автоответчиков IT-A100/A200 фирмы «Sony».....	33
<b>Однокристалльные 4-разрядные микроЭВМ <math>\mu</math>PD75104, <math>\mu</math>PD75106, <math>\mu</math>PD75108, <math>\mu</math>PD75112, <math>\mu</math>PD75116</b> .....	35
Общее описание.....	35
<b><math>\mu</math>PD75104CW</b> Системный контроллер видеомагнитофона VS-P84EG, VS-P9EA/EV, VS-R9EV фирмы «Akai».....	41
<b><math>\mu</math>PD75106CW</b> Системный контроллер видеомагнитофона VK-8220 фирмы «Samsung».....	43
<b><math>\mu</math>PD75108CW-249</b> Системный контроллер видеомагнитофона VRP-10 фирмы «Royal».....	45
<b><math>\mu</math>PD75108CW-A47</b> Системный контроллер видеомагнитофона HV-E 505GPS/DIP фирмы «Aiwa».....	47
<b><math>\mu</math>PD75108GF</b> Системный контроллер видеомагнитофонов PK/VK-30/31/32R фирмы «Samsung» и SV-90DK/91R фирмы «Supra».....	49
<b><math>\mu</math>PD75108G</b> Системный контроллер автомобильного CD-чейнджера фирмы «GoldStar» (LG).....	51
<b><math>\mu</math>PD75108G-640-1B</b> Контроллер блока управления и индикации автомобильной магнитолы XR-7200 фирмы «Sony».....	53
<b><math>\mu</math>PD75112GF-E70</b> Контроллер проигрывателя компакт-дисков автомобильного приемника KD-GS616R/B/E/G/GI/GE фирмы «JVC».....	55
<b><math>\mu</math>PD75116GF-F21/J06/J53-3BE</b> Контроллер проигрывателя компакт-дисков музыкального центра HCD-H61/71/61M/71M/550/5500M/650/650M, MHC-610/650, FH-B100/511/610/650/711 фирмы «Sony».....	57
<b><math>\mu</math>PD75116GF-E23/F40</b> Контроллер тюнера автомобильной магнитолы XR-U550/551/660/661/881/882RDS фирмы «Sony».....	59
<b><math>\mu</math>PD75116GF-E47/F41</b> Системный контроллер автомобильной магнитолы XR-U550/551/660/661/881/882RDS фирмы «Sony».....	61
<b>Однокристалльные 4-разрядные микроЭВМ <math>\mu</math>PD75206, <math>\mu</math>PD75208, <math>\mu</math>PD75212, <math>\mu</math>PD75216</b> .....	63
Общее описание.....	63
<b><math>\mu</math>PD75208CW-139/219</b> Контроллер таймера, индикатора и клавиатуры видеомагнитофонов HR-D210EE, HR-320EE фирмы «JVC».....	68
<b><math>\mu</math>PD75212CW-287</b> Контроллер таймера, индикатора и клавиатуры видеомагнитофона HR-DX20EE фирмы «JVC».....	70
<b><math>\mu</math>PD75212ACW-298</b> Контроллер таймера, индикатора и клавиатуры видеомагнитофона HV-MG330 SH/DH/KE фирмы «Aiwa».....	71
<b><math>\mu</math>PD75212AG-505-3BE</b> Контроллер таймера, индикатора и клавиатуры видеомагнитофонов SLV-E150EE RMT-V153B, SLV-E400EE RMT-V153A, SLV-X312ME/PS/SG RMT-V153B, SLV-X500IS/ME/SG RMT-V153A фирмы «Sony».....	74
<b><math>\mu</math>PD75216A-268</b> Контроллер таймера, индикатора и клавиатуры видеомагнитофона фирмы VS-462 EOH, VS-465 EOH/EDG/EA/ES/EM фирмы «Akai».....	76
<b><math>\mu</math>PD75216ACW-299/B04</b> Контроллер таймера, индикатора и клавиатуры видеомагнитофона HR-D520/521/540/541EE фирмы «JVC».....	78
<b><math>\mu</math>PD75216ACW-B041C</b> Контроллер таймера, индикатора и клавиатуры видеомагнитофона HR-D580EE фирмы «JVC».....	80
<b><math>\mu</math>PD75216PAL</b> Системный контроллер, таймер, контроллер клавиатуры видеомагнитофонов VK-1230, VK-1260 фирмы «Samsung».....	82
<b>Однокристалльная 4-разрядная микроЭВМ <math>\mu</math>PD75238</b> .....	84
Общее описание.....	84
<b><math>\mu</math>PD75238</b> Системный контроллер, таймер, контроллер индикатора видеомагнитофона RQ-21VW «GoldStar» (LG).....	92
<b>Однокристалльные 4-разрядные микроЭВМ <math>\mu</math>PD75304, <math>\mu</math>PD75306, <math>\mu</math>PD75308, <math>\mu</math>PD75312, <math>\mu</math>PD75316</b> .....	94
Общее описание.....	94
<b><math>\mu</math>PD75304G-057-3B9</b> Контроллер пульта дистанционного управления RC-V466A видеомагнитофона VS-465EA/ES/EM/EOH/EDG фирмы «Akai».....	101
<b><math>\mu</math>PD75304G-337-3B9</b> Таймер, контроллер клавиатуры и ЖКИ видеомагнитофона SLV-286/436EE, SLV-E450EE, SLV-X311PS/SG, SLV-X711AS/ME/NZ/PS/SG фирмы «Sony».....	103
<b><math>\mu</math>PD75306G-073/153</b> Системный контроллер, контроллер жидкокристаллического индикатора и клавиатуры переносной магнитолы RX-CT900 фирмы «Panasonic».....	105
<b><math>\mu</math>PD75316GF</b> Схема управления режимами и жидкокристаллическим индикатором видеокамеры CCD-FX200EA/FX270E/FX270EA, CCD-TR350E фирмы «Sony».....	107

<b>МИКРОЭВМ ФИРМЫ «SANYO»</b> .....	109
<b>Однокристалльная 4-разрядная микроЭВМ LC65204A</b> .....	110
Общее описание .....	110
<b>LC65204A-4879</b> МикроЭВМ управления графическим эквалайзером и вакуумным люминесцентным индикатором музыкального центра NSX-990/992, XG-990 фирмы «Aiwa» .....	115
<b>LC65204A-4927</b> Схема управления вакуумным люминесцентным индикатором усилителя мощности SE-CH505A фирмы «Technics» .....	116
<b>Однокристалльные 4-разрядные микроЭВМ LC662304A, LC662306A, LC662308A, LC662312A, LC662316A</b> .....	118
Общее описание .....	118
<b>LC662312A</b> Контроллер базовой станции беспроводного телефона CLT-536(RU)H фирмы «Sanyo» .....	123
<b>Однокристалльные 4-разрядные микроЭВМ LC66304A, LC66306A, LC66308A, LC66354B, LC66356B, LC66358B</b> .....	125
Общее описание .....	125
<b>LC66304A</b> Контроллер трубки беспроводного телефона CLT-5800(SS)R фирмы «Sanyo» .....	130
<b>LC66306A</b> Контроллер базовой станции беспроводного телефона CLT-36H фирмы «Sanyo» .....	131
<b>LC66306A</b> Контроллер трубки беспроводного телефона CLT-310/330(SS)R фирмы «Sanyo» .....	133
<b>LC66306A4C13</b> Контроллер проигрывателя компакт-дисков SL-CH505 фирмы «Technics» .....	135
<b>LC66358B-4D63</b> Контроллер трубки беспроводного телефона CLT-5800(NZ)R фирмы «Sanyo» .....	137
<b>LC66358B-4E99</b> Контроллер трубки беспроводного телефона CLT-1380(RU)R фирмы «Sanyo» .....	138
<b>LC66358C</b> Контроллер трубки беспроводного телефона CLT-536(RU)R фирмы «Sanyo» .....	140
<b>Однокристалльные 4-разрядные микроЭВМ LC66506B, LC66508B, LC66512B, LC66516B</b> .....	142
Общее описание .....	142
<b>LC66506</b> Контроллер базовой станции беспроводного телефона SPP-77/97 фирмы «Sony» .....	148
<b>LC66506-4661</b> Системный контроллер видеомагнитофона SLV-P116EE, SLV-XR5/DK/ME/PS фирмы «Sony» .....	150
<b>LC66506B</b> Контроллер трубки беспроводного телефона CLT-36R, CLA-120R фирмы «Sanyo» .....	152
<b>LC66508</b> Контроллер базовой станции беспроводного телефона CLT-460(IL)H, CLA-120H, CLT-4550H, CLT-5800(SS)H фирмы «Sanyo» .....	154
<b>LC66508B</b> Контроллер трубки беспроводного телефона CLT-460(IL)R, CLT-4550R фирмы «Sanyo» .....	156
<b>LC66508B-4135</b> Контроллер блока управления видеомагнитофона VHR-5100 фирмы «Sanyo» и SLV-252EE фирмы «Sony» .....	158
<b>LC66508B-4D33</b> Контроллер базовой станции беспроводного телефона CLT-5800(NZ)H фирмы «Sanyo» .....	160
<b>LC66512B</b> Контроллер базовой станции беспроводного телефона с автоответчиком CLA-1380(RU)H фирмы «Sanyo» .....	162
<b>Однокристалльные 8-разрядные микроЭВМ LC865008B, LC865012B, LC865016B, LC865020B</b> .....	164
Общее описание .....	164
<b>LC865012W</b> Системный контроллер видеомагнитофона VHP-E2 фирмы «Sanyo» .....	169
<b>Однокристалльные 8-разрядные микроЭВМ LC866232A, LC866228A, LC866224A, LC866220A, LC866216A</b> .....	171
Общее описание .....	171
<b>LC866224A</b> Контроллер блока управления, таймера и индикации музыкального центра FFH-L301A/L, FE-M500E/SE фирмы «GoldStar» (LG) .....	176
<b>МИКРОЭВМ ФИРМЫ «MOTOROLA»</b> .....	179
<b>Однокристалльная 8-разрядная микроЭВМ 68HC05BD7</b> .....	180
Общее описание .....	180
<b>68HC05BD7</b> Контроллер цифрового управления монитором компьютера StudioWorks 44i, CS480, CX481XX, StudioWorks 55i, CS546 фирмы «GoldStar» (LG) .....	183
<b>Однокристалльная 8-разрядная микроЭВМ 68HC05P1A</b> .....	185
Общее описание .....	185
<b>MC68HC05P1</b> Контроллер базовой станции беспроводного телефона TN-C10 фирмы «Aiwa» .....	187
<b>Однокристалльная 8-разрядная микроЭВМ 68HC05P4A</b> .....	188
Общее описание .....	188
<b>MC68HC05P4</b> Контроллер трубки беспроводного телефона TN-C10 фирмы «Aiwa» .....	190
<b>Однокристалльная 8-разрядная микроЭВМ 68HC11E</b> .....	191
Общее описание .....	191
<b>MC68HC11E9</b> Контроллер автомобильной магнитолы WKS 3880 RDS фирмы «Grundig» .....	196
<b>Однокристалльная 8-разрядная микроЭВМ 68HC11F1</b> .....	197
Общее описание .....	197
<b>MC68HC11F1/2/3</b> Контроллер телевизионных приемников фирмы «Grundig» .....	201
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ</b> .....	203

**Введение**

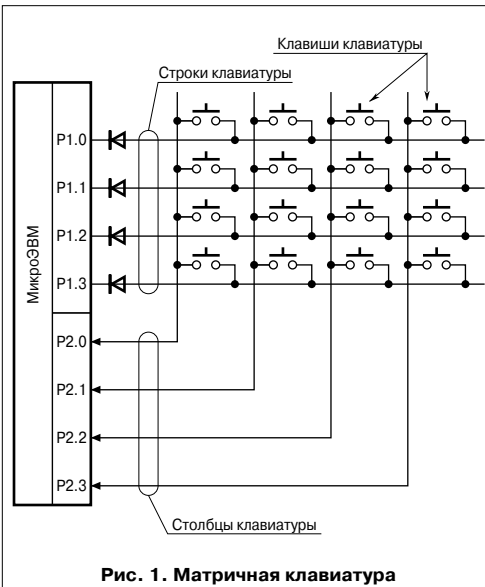
## ТИПОВЫЕ УЗЛЫ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

## КЛАВИАТУРА

Для управления режимами аппаратуры широкое распространение получили матричные клавиатуры, которые представляют собой матрицу переключателей (кнопок), включенных на пересечении строк и столбцов матрицы. Структурная схема матричной клавиатуры и подключение ее к микроЭВМ приведено на **Рис. 1**. Выводы порта P2 внутри микроЭВМ подсоединены резисторами к источнику положительного напряжения питания.

Определение нажатой клавиши и защита от дребезга контактов осуществляются программой микроЭВМ. Выводы порта P1 используются для сканирования строк, а выводы порта P2 — для опроса столбцов матрицы клавиш. В процессе сканирования поочередно обнуляется каждая строка матрицы и производится опрос всех столбцов. Таким образом, в порт P1 загружается код, содержащий логический ноль только в одном разряде, и если нажата клавиша, то порт P2 будет содержать код с логическим нулем в соответствующем разряде. Старшие разряды кода нажатой клавиши равны номеру строки, младшие — номеру столбца. Диоды служат для защиты от замыкания между собой линий сканирования при нажатии более чем одной клавиши.

При наличии в составе микроЭВМ аналого-цифрового преобразователя (АЦП) клавиатура может быть организована в виде резистивного делителя (**Рис. 2**), где при нажатии клавиш меняется коэффициент деления и, соответственно, напряжение, поступающее на АЦП.

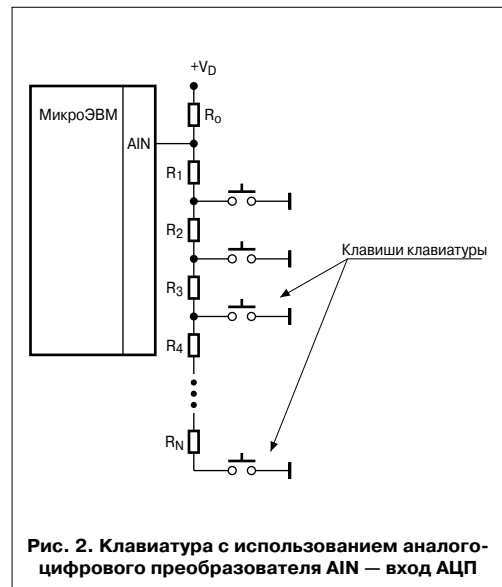


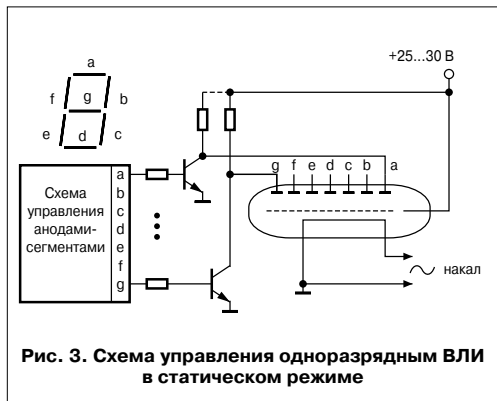
Данное решение в большинстве случаев позволяет обойтись всего одним выводом микроЭВМ.

## ВАКУУМНЫЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ

Конструктивно вакуумные люминесцентные индикаторы (ВЛИ) выполняются в стеклянном баллоне, внутри которого с помощью газопоглотителя (геттера) поддерживается высокий вакуум. Внутри баллона крепится стеклянная или керамическая плата, на которой размещаются аноды-сегменты. В качестве источника электронов используется прямонакальный катод. Наиболее распространенными являются ВЛИ триодной системы, в которых кроме катода и анодов применяется сетка, предназначенная для равномерного засева электронами площади анодов-сегментов. Вакуумные люминесцентные индикаторы выполняются одноразрядными, многоразрядными и матричными в цилиндрическом, торцевом и плоском корпусах. В многоразрядных индикаторах для уменьшения числа выводов одноименные сегменты разных разрядов присоединяются к одному выводу. Каждый разряд имеет свою сетку. В матричных вакуумных люминесцентных индикаторах аноды-сегменты одной строки соединены между собой и имеют общий вывод. Над анодами-сегментами одного разряда находится сетка и прямонакальный катод.

Для включения ВЛИ необходимо подать соответствующие напряжения на электроды индикатора. Вакуумный люминесцентный индикатор имеет три цепи управления (анодную, сеточную и катодную); наи-





**Рис. 3. Схема управления одноразрядным ВЛИ в статическом режиме**

большее применение нашли только две — анодная и сеточная. Питание анодных и сеточных цепей может осуществляться от источника постоянного или импульсного напряжения.

Наличие двух режимов работы ВЛИ и нескольких цепей управления свечением анодов-сегментов позволяет реализовать два режима управления: статический и динамический.

В статическом режиме управления могут работать только одноразрядные индикаторы (Рис. 3). При этом каждый электрод ВЛИ отдельно подключается к источнику питания и управление осуществляется по любой из трех цепей управления.

В динамическом режиме управления могут применяться как одноразрядные, так и многоразрядные индикаторы. Этот режим характеризуется тем, что соответствующие аноды-сегменты каждого одноразрядного индикатора и каждого знакоместа многоразряд-

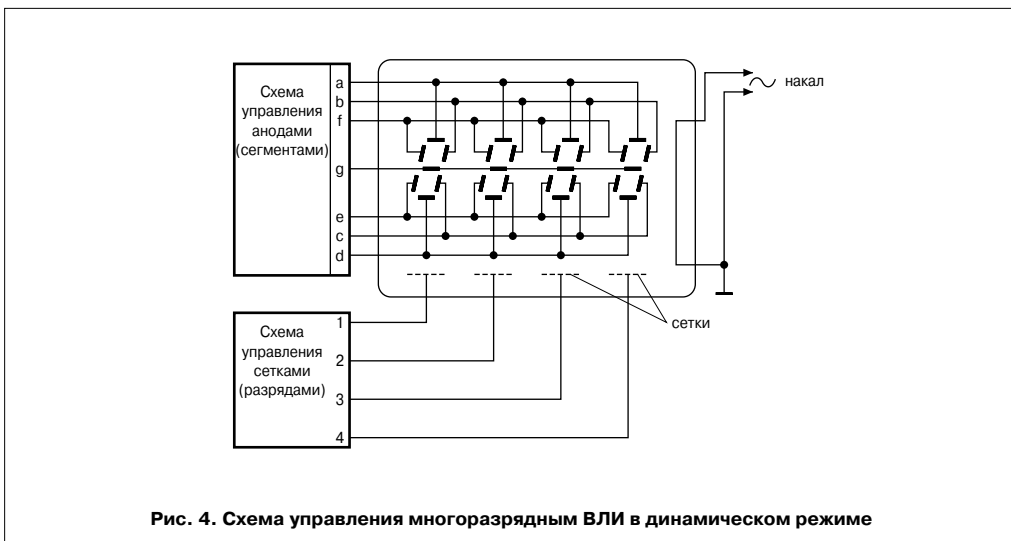
ного индикатора имеют общую точку подключения к источникам импульсного питания и управление осуществляется по цепям сетки и анодов (Рис. 4).

Динамический режим управления позволяет осуществлять знаковую развертку. Знакогенератор формирует знаки рабочего алфавита, и в соответствующий момент включается тот индикатор (знакоместо), где должен быть отображен указанный знак.

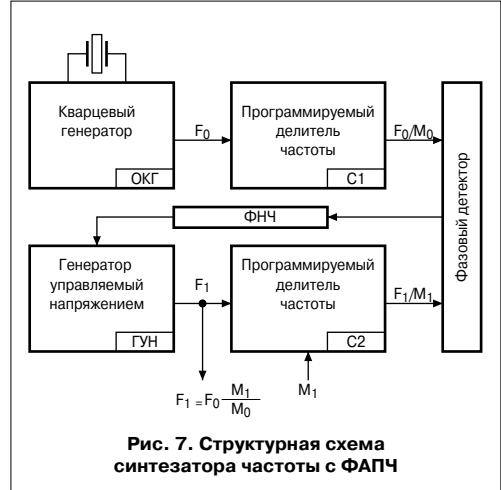
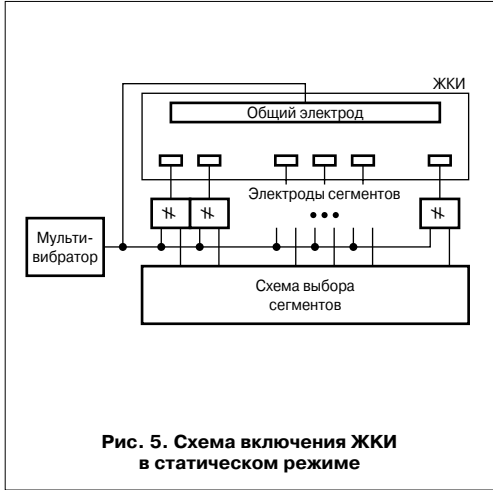
Как правило, индикаторы используются при одинаковом анодном и сеточном напряжениях. При постоянном напряжении их предельное эксплуатационное значение равно 30 В (номинальное — 20...27 В), а при импульсном — 70 В (номинальное — 30...50 В). Для исключения подсветки анодов-сегментов при отсутствии управляющего сигнала на сетке необходимо подавать на нее запирающее напряжение.

### ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ

Для управления жидкокристаллическим знакоинтегрирующим индикатором (ЖКИ) в основном используют фазовый метод, при постоянном на электроды передней (сегменты) и задней (общие электроды) пластин подаются прямоугольные импульсы одинаковой амплитуды, но сдвинутые по фазе на 180° для возбуждения элементов и одинаковые по фазе, если данные элементы (сегменты) индикатора не должны возбуждаться. Таким образом, управляющее напряжение на любой жидкокристаллической ячейке, имеет вид биполярного сигнала без постоянной составляющей. Поворот фазы колебания мультивибратора на Рис. 5 осуществляется сумматорами по модулю 2, которые при ВЫСОКОМ уровне напряжения на одном входе инвертируют напряжение с другого входа. При НИЗКОМ уровне напряжения инвертирование отсутствует. Фазовый метод управления реализуется



**Рис. 4. Схема управления многоразрядным ВЛИ в динамическом режиме**

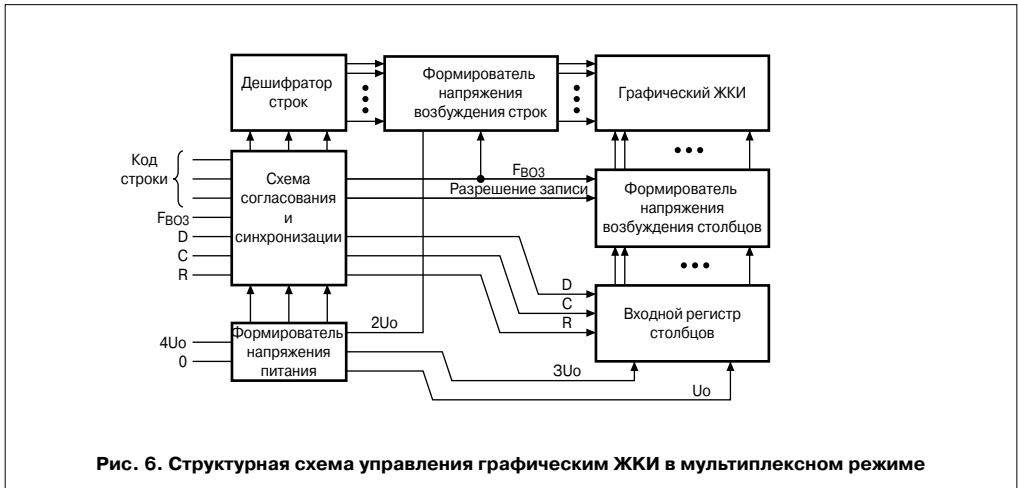


на практике двумя режимами: статическим и мультиплексным. Индикаторы для мультиплексного режима конструктивно отличаются от индикаторов, работающих в статическом режиме. Это отличие заключается в том, что одноименные сегменты каждого знакоместа объединяются в группу и электрически соединяются между собой. Обычно объединяют от двух до четырех сегментов в группу. Группа имеет свой (единый) общий электрод для всех разрядов (знакомест). Число общих электродов равно числу групп или степени мультиплексирования. По принципу управления многоразрядная сегментная линейка может быть представлена матрицей, в которой число строк равно числу групп мультиплексирования, а число столбцов равно числу разрядов (Рис. 6).

Более подробно ознакомиться с конструкцией жидкокристаллических индикаторов и принципами управления можно в издании: Знакосинтезирующие индикаторы: Справочник / Под редакцией В.П. Балашова. — М.: Радио и связь, 1987.

**СИНТЕЗАТОРЫ ЧАСТОТЫ С ПЕТЛЕЙ ФАП**

В АМ- и ЧМ-приемниках автомагнитол, тюнерах музыкальных центров, блоках настройки телевизоров и приемно-передающих трактах беспроводных телефонов широкое применение находят синтезаторы частот на основе фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) (Рис. 7). При этом настройка на нужную частоту заключается в записи управляющей микроЭВМ кода за-



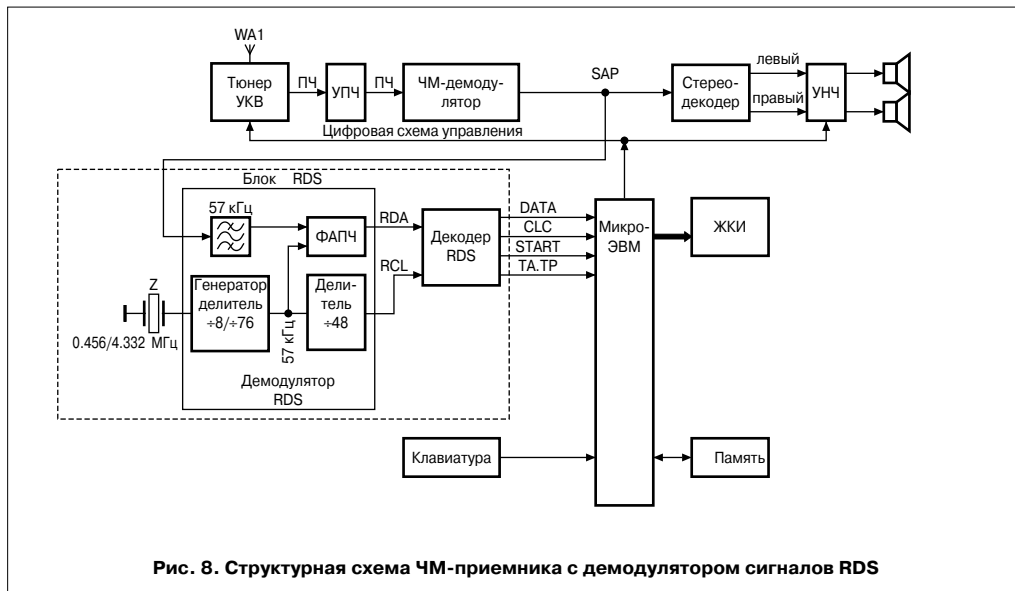


Рис. 8. Структурная схема ЧМ-приемника с демодулятором сигналов RDS

данной частоты в регистр специализированной микросхемы ФАПЧ.

Синтезатор может работать в двух режимах: первый — отработка заданной частоты гетеродина, второй — автоподстройка частоты гетеродина. При отработке заданной частоты используются только колебания гетеродина, автоподстройка производится по промежуточной частоте при приеме сигнала.

Отработка частоты производится методом фазовой автоподстройки (ФАП). Частота колебаний опорного кварцевого генератора (ОКГ) делится счетчиком С1 до значения, равного шагу перестройки (примерно 50 кГц для УКВ и 5 кГц для АМ-диапазонов). Частота колебаний генератора, управляемого напряжением (ГУН), делится счетчиком С2 на заданное число  $M_1$ . Импульсы с выхода обоих счетчиков поступают на фазовый детектор. Вырабатываемая фазовым детектором разность фаз усредняется фильтром нижних частот и подается на варикап, перестраивающий ГУН. При захвате частоты петлей ФАП частоты на выходах счетчиков сравниваются и частота гетеродина будет равна шагу перестройки, умноженному на  $M_1$ .

Автоподстройка частоты (АПЧ) обычно производится по следующей схеме: номинальное значение промежуточной частоты загружается в счетчик, на вход которого подается промежуточная частота. В течение заданного времени счетчик работает на вычитание, в результате чего по истечении этого времени число, оставшееся в счетчике, пропорционально разности частот. Оно подается на ЦАП, и далее соответствующее ему напряжение поступает на варикап, перестраивающий гетеродин.

## ПРИЕМНИКИ ЦИФРОВЫХ СООБЩЕНИЙ

В некоторых моделях музыкальных центров и автомагнитол установлены приемники цифровых сообщений (Radio Broadcast Data System (RDS) и приемники сигналов дорожной информации (ARI). Обобщенная структурная схема такого приемника показана на Рис. 8.

Передача цифровых сообщений ведется без прерывания основной программы, в виде последовательности импульсов принятое сообщение выводится на дисплей в виде бегущей строки. Дорожная информация передается периодически, и на этот период прерывается основная радиовещательная программа. Для опознавания таких радиостанций ими постоянно передается поднесущая частота 57 кГц. Эта частота равна  $3/2$  поднесущей стереофонического вещания (38 кГц) по американскому стандарту. Для того чтобы можно было автоматически опознавать радиостанции, передающие дорожную информацию, поднесущая постоянно модулируется частотой 125 Гц. Кроме того, поднесущая может модулироваться по амплитуде одной из нескольких частот, служащей для указания радиостанции. Передача цифровой информации ведется путем фазовой модуляции поднесущей частоты 57 кГц: для передачи на частоте 57 кГц отводится девиация  $\pm 3$  кГц от общей девиации  $\pm 75$  кГц. Приемники этих сигналов выполняются в виде интегральных схем и имеют интерфейс для связи микроЭВМ. Входной сигнал проходит НЧ-фильтр против НЧ побочных составляющих, полосовой фильтр на переключаемых конденсаторах и оцифровывается компаратором. (При этом балансная амплитудная модуляция

преобразуется в фазовую). Далее сигнал захватывается петлей ФАП на частоте 57 кГц. В этом узле вырабатывается признак приема сигнала системы ARI, который выводится из ИС. При захвате сигнала петлей ФАП производится детектирование фазы, последующие устройства выделяют из принятой последовательности тактовую частоту (1.1875 кГц) и в соответствии с ней выдают данные на выход ИС. Далее принятые данные обрабатываются управляющей микро-ЭВМ и передаются на индикацию [Радио. № 7,8. 1999, № 10. 2000].

### ШИНА I<sup>2</sup>C

Шина I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit) разработана фирмой «Philips»; она предназначена для двунаправленной последовательной передачи данных с возможностью адресации до 128 устройств. Физически шина I<sup>2</sup>C содержит две сигнальные линии, одна из которых (SCL) предназначена для передачи тактового сигнала, вторая (SDA) для обмена данными. Для управления линиями применяются выходные каскады с открытым коллектором, поэтому линии шины должны быть подняты к источнику питания +5 В через резисторы сопротивлением 1...10 кОм, в зависимости от физической длины линий и скорости передачи данных. Длина соединительных линий в стандартном режиме может достигать 2-х метров, скорость передачи до 100 Кбит/с.

Все абоненты шины делятся на два класса: Master и Slave. Устройство Master является ведущим и генерирует тактовый сигнал (SCL). Оно может самостоятельно выходить на шину и адресовать любое Slave-устройство с целью передачи или приема информации. Все Slave-устройства контролируют шину на предмет обнаружения собственного адреса и, распознав его, выполняют предписываемую операцию. Кроме того, возможен так называемый MultiMaster-режим, когда на шине установлено несколько Master-абонентов, которые либо совместно разделяют общие Slave-устройства, либо попеременно являются то Master-устройствами, (когда сами иницируют обмен информацией), то Slave, (когда находятся в режиме ожидания обращения от другого Master-устройства). Режим

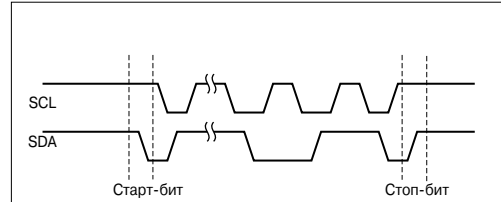


Рис. 10. Начало и конец передачи данных по шине I<sup>2</sup>C

MultiMaster требует арбитража и распознавания конфликтов, его программная реализация сложнее, и он реже используется в реальных изделиях.

В начальный момент времени — в режиме ожидания — обе линии SCL и SDA находятся в состоянии логической единицы (транзистор выходного каскада с ОК закрыт). В режиме передачи (Рис. 9) разряд данных SDA стробируется положительным импульсом SCL. Смена информации на линии SDA производится при нулевом состоянии линии SCL. Slave-устройство может «придерживать» линию SCL в нулевом состоянии, например, на время обработки очередного принятого байта, при этом Master-устройство обязано дождаться освобождения линии SCL, прежде чем продолжить передачу информации.

Для синхронизации пакетов шины I<sup>2</sup>C различают два условия — Start и Stop, ограничивающие начало и конец информационного пакета (Рис. 10). Для кодирования этих условий используется изменение состояния линии SDA при единичном состоянии линии SCL, что недопустимо при передаче данных. Start-условие образуется при отрицательном перепаде линии SDA, когда линия SCL находится в единичном состоянии, и наоборот, Stop-условие образуется при положительном перепаде линии SDA при единичном состоянии линии SCL.

Передача данных начинается по первому положительному импульсу на линии SCL (Рис. 10), которым стробируется старший разряд первого информационного байта. Для передачи каждого байта требуется

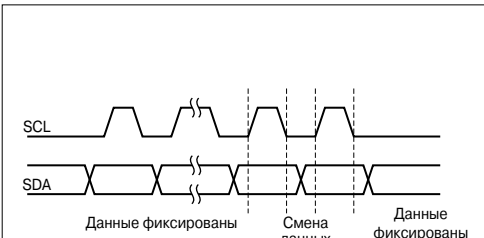


Рис. 9. Передача данных по шине I<sup>2</sup>C

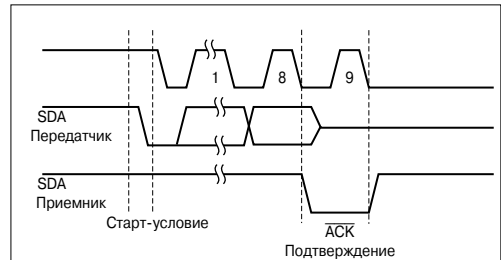


Рис. 11. Выдача сигнала подтверждения приема данных



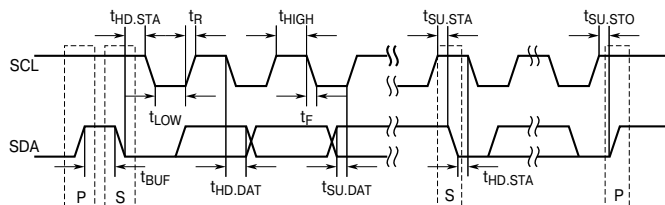


Рис. 12. Временные диаграммы шины I<sup>2</sup>C

Таблица 1. Временные параметры шины I<sup>2</sup>C

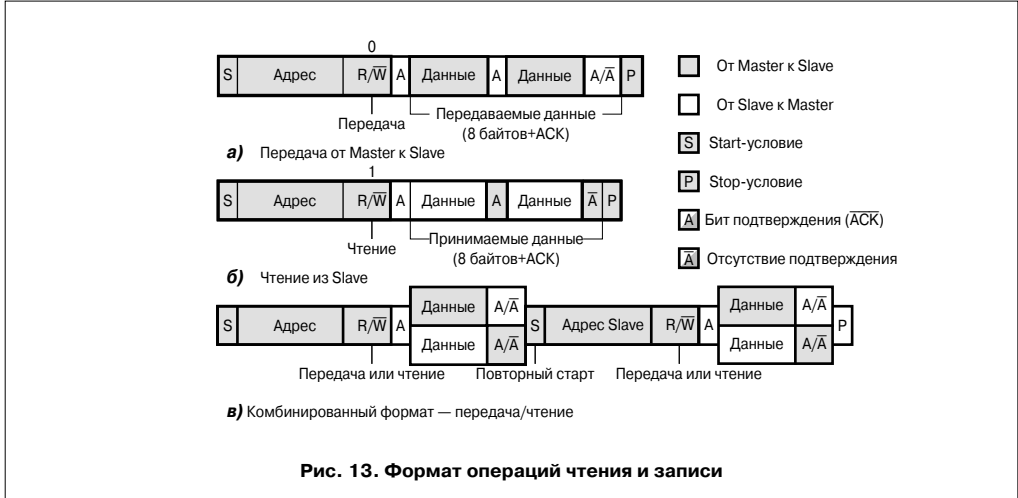
Параметр	Обозначение	min	max	Единица измерения
Частота сигнала SCL	$f_{SCL}$	0	100	кГц
Свободная шина	$t_{BUF}$	4.7	—	мкс
Фиксация Start-условия	$t_{HD,STA}$	4.0	—	мкс
Длительность низкого полупериода SCL	$t_{LOW}$	4.7	—	мкс
Длительность высокого полупериода SCL	$t_{HIGH}$	4.0	—	мкс
Готовность повторного Start-условия	$t_{SU,STA}$	4.7	—	мкс
Удержание данных	$t_{HD,DAT}$	0	—	мкс
Готовность данных	$t_{SU,DAT}$	250	—	нс
Фронт сигналов SCL и SDA	$t_R$	—	1000	нс
Спад сигналов SCL и SDA	$t_F$	—	300	нс
Готовность Stop-условия	$t_{SU,STO}$	4.0	—	мкс

9 тактовых периодов линии SCL. В девятом такте устройство-получатель выдаёт подтверждение (ACK) — отрицательный импульс, свидетельствующий о «взаимопонимании» передатчика и приемника сигнала (Рис. 11). Сразу отметим, что любой абонент шины (как Master, так и Slave) может в разные моменты времени быть как передатчиком, так и приемником и в соответствии с режимом обязан либо принимать, либо выдавать сигнал ACK, отсутствие которого интерпретируется как ошибка.

Временная диаграмма сигналов SCL и SDA шины I<sup>2</sup>C приведена на Рис. 12. Здесь S обозначает условие начала, P — конца передачи данных. Значения временных характеристик приведены в Табл. 1.

Чтобы начать операцию обмена, устройство Master выдает на шину старт-бит, за которым следует байт с адресом Slave-устройства (Рис. 13), состоящий из семиразрядного адреса устройства (занимает разряды 1...7), и флага операции — R/W, определяющего направление обмена, причем 0 означает передачу от Master к Slave (Рис. 13 а), а 1 — чтение из Slave (Рис. 13 б).

Все разряды передаются по шине I<sup>2</sup>C в порядке старший-младший, то есть первым передается 7-й разряд, последним — 0-й. За адресом могут следовать один или более информационных байтов (в направлении, определенном флагом R/W), разряды которых стробируются сигналом SCL из Master-устройства.



При совершении операции чтения Master-абонент должен сопровождать прочитанный байт сигналом АСК, если необходимо прочитать следующий байт, и не выдавать сигнала АСК, если собирается закончить чтение пакета (**Рис. 13**).

Допускается многократное возобновление Slave-адреса в одном цикле передачи, т.е. передача повторного старт-бита без предварительного стоп-бита. Такой

принцип широко применяется в управлении I<sup>2</sup>C абонентами, когда выдача нового старт-бита служит для синхронизации начала нового пакета данных, сопровождаемого, например, новым управляющим словом, уточняющим адресацию пакета. Логическая реализация протоколов на шине I<sup>2</sup>C не нормируется документами фирмы «Philips», содержащими формальные описания шины, и может быть произвольной для каждой конкретной ИС.

**МикроЭВМ  
фирмы «NEC»**

## ОДНОКРИСТАЛЬНЫЕ 4-РАЗРЯДНЫЕ МИКРОЭВМ μPD75004, μPD75006, μPD75008

### ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ

Интегральные схемы серии μPD750xx представляют собой однокристальные микроЭВМ с различными емкостями памяти программ и данных. МикроЭВМ семейства могут управлять данными в 1/4/8-разрядном формате, производить операции ввода/вывода, включая команды с поразрядной манипуляцией. Микро-схемы имеют разнообразные порты ввода/вывода, функционирующие при различных напряжениях пита-

ния и тока нагрузки (например, для непосредственного управления светодиодами индикаторами), а также широкий набор различных периферийных устройств. Диапазон рабочих температур: -45...+85 °С. Упаковываются в пластмассовые корпуса.

Применяются в схемах управления видеомагнитофонов, видеокамер и CD-проигрывателей, телефонных аппаратах, медицинской технике и т.д.

### ОСОБЕННОСТИ

- ♦ Архитектура 75х, обеспечивающая производительность 8-разрядной микроЭВМ
- ♦ 34 вывода входов/выходов
- ♦ 3 таймера
- ♦ Последовательный интерфейс SBI стандарта NEC
- ♦ 6 источников прерывания (3 внешних и 3 внутренних)
- ♦ 8 выводов обслуживания клавиатуры

### ТИПОНОМИНАЛЫ

Типономинал	ПЗУ	ОЗУ	Корпус
	[бит]	[бит]	
μPD75004CU-xxx	4096×8	512×4	DIP-42
μPD75004GB-xxx-3B4			QFP-44
μPD75006CU-xxx	6016×8		DIP-42
μPD75006GB-xxx-3B4			QFP-44
μPD75008CU-xxx	8064×8		DIP-42
μPD75008GB-xxx-3B4			QFP-44

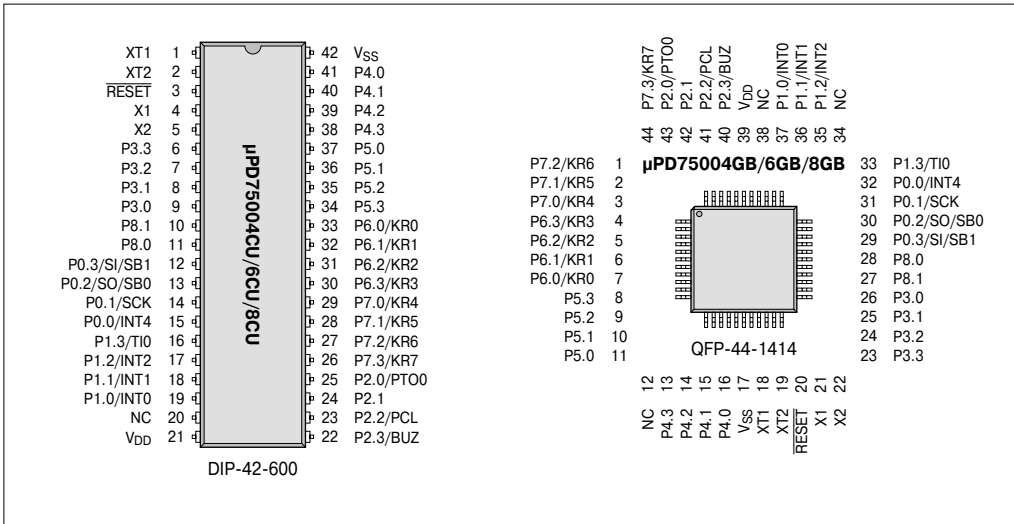
Примечание: xxx — код прошивки ПЗУ.

### СОСТАВ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

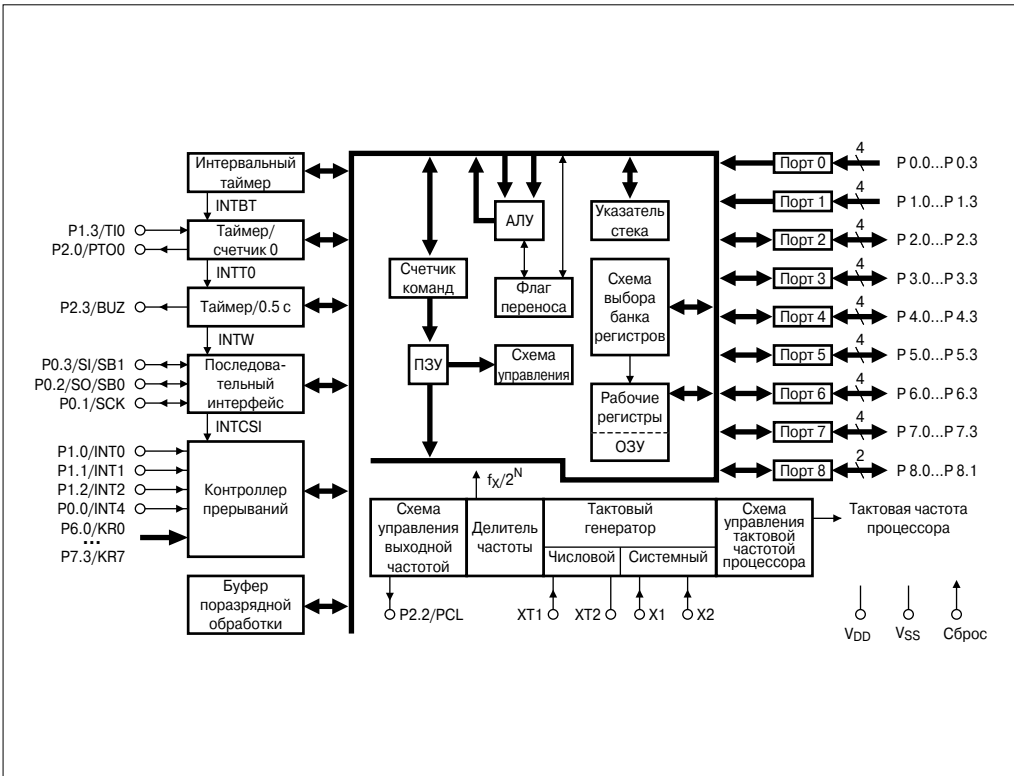
Время выполнения команд	Переключаемое: 0.95/1.91/15.3 мкс (при тактовой частоте 4.19 МГц), 122 мкс (при тактовой частоте 32768 Гц)
Регистры общего назначения	8 регистров×4 разряда/4 регистра×8 разрядов
Выводы входов/выходов	Всего: 34 8 выводов с КМОП-входами 18 выводов КМОП-входов/выходов (4 могут непосредственно управлять светодиодами) 8 выводов входов/выходов на повышенное напряжение с л-канальными транзисторами с открытым стоком (могут непосредственно управлять светодиодами)
Таймеры/счетчики	Таймер/счетчик Интервальный таймер (может использоваться как сторожевой таймер) Таймер реального времени (генерирует прерывание каждые 0.5 с, может управлять пьезоизлучателем).
Последовательный интерфейс	3-проводной последовательный интерфейс (младшим/старшим разрядом вперед) 2-проводной последовательный интерфейс (младшим разрядом вперед) SBI последовательный интерфейс (младшим разрядом вперед)
Последовательный буфер	16 разрядов
Частота синхронизирующих сигналов <sup>1)</sup>	$f_{CPU}, f_x/2^3, f_x/2^4, f_x/2^6$
Система прерываний	Векторные прерывания: 3 внешних и 3 внутренних источника
Тестовые входы	1 внешний и 1 внутренний
Дежурный режим	HALT — режим холостого хода STOP — режим пониженного энергопотребления
Напряжение питания	+(2.7...6.0) В

<sup>1)</sup>  $f_{CPU}$  — тактовая частота центрального процессора,  $f_x$  — частота кварцевого генератора.

### ЦОКОЛЕВКА



### СТРУКТУРНАЯ СХЕМА



НАЗНАЧЕНИЕ ВЫВОДОВ ПОРТОВ

Наименование	Вход/выход	Функция	Альтернативная функция	Тип цепи <sup>1)</sup>
P0.0	Вход	Порт 0 4-разрядный порт ввода. Совместно с P1.0...P1.3 образует 8-разрядный порт	INT4	B <sup>2)</sup>
P0.1	Вход/выход		$\overline{SCK}$	F-A <sup>2)</sup>
P0.2	Вход/выход		SO/SB0	F-B <sup>2)</sup>
P0.3	Вход/выход		SI/SB1	M-C <sup>2)</sup>
P1.0	Вход	Порт 1 4-разрядный порт ввода (функция подавления шума). Совместно с P0.0...P0.3 образует 8-разрядный порт	INT0	B-C <sup>2)</sup>
P1.1			INT1	
P1.2			INT2	
P1.3			TI0	
P2.0	Вход/выход	Порт 2 4-разрядный порт ввода/вывода. Совместно с P3.0...P3.3 образует 8-разрядный порт	PTO0	E-B
P2.1			—	
P2.2			PCL	
P2.3			BUZ	
P3.0...P3.3	Вход/выход	Порт 3 4-разрядный порт ввода/вывода. Каждый разряд порта программно настраивается на ввод или вывод. Совместно с P2.0...P2.3 образует 8-разрядный порт	—	E-B
P4.0...P4.3	Вход/выход	Порт 4 <sup>3)</sup> 4-разрядный порт ввода/вывода (n-канальные транзисторы с открытым стоком). Рабочее напряжение до 10 В	—	M
P5.0...P5.3	Вход/выход	Порт 5 <sup>3)</sup> 4-разрядный порт ввода/вывода (n-канальные транзисторы с открытым стоком). Рабочее напряжение до 10 В	—	M
P6.0	Вход/выход	Порт 6 4-разрядный порт ввода/вывода. Каждый разряд порта программно настраивается на ввод или вывод	KR0	F-A <sup>2)</sup>
P6.1			KR1	
P6.2			KR2	
P6.3			KR3	
P7.0	Вход/выход	Порт 7 4-разрядный порт ввода/вывода. Каждый разряд порта программно настраивается на ввод или вывод	KR4	F-A <sup>2)</sup>
P7.1			KR5	
P7.2			KR6	
P7.3			KR7	
P8.0, P8.1	Вход/выход	Порт 8 2-разрядный порт ввода/вывода	—	E-B

<sup>1)</sup> См. схемы цепей ввода/вывода.

<sup>2)</sup> Выводы по входу содержат триггер Шмитта.

<sup>3)</sup> Выводы порта могут непосредственно управлять светодиодными индикаторами.

### НАЗНАЧЕНИЕ ВЫВОДОВ, НЕ ВХОДЯЩИХ В ПОРТЫ

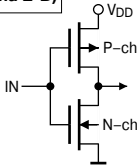
Обозначение вывода	Вход/выход	Функциональное назначение	Альтернативная функция	Тип цепи <sup>1)</sup>
TIO	Вход	Вход внешних импульсов таймера/счетчика	P1.3	B-C <sup>2)</sup>
PTO0	Вход/выход	Выход таймера/счетчика событий	P2.0	E-B
PCL	Вход/выход	Выход импульсов с частотой $f_{CPU}/524/262/65.5$ кГц (для тактовой частоты 4.19 МГц)	P2.2	E-B
BUZ	Вход/выход	Выход импульсов фиксированной частоты 2048 Гц (может управлять пьезоизлучателем)	P2.3	E-B
$\overline{SCK}$	Вход/выход	Вход/выход тактовой частоты последовательного интерфейса	P0.1	F-A <sup>2)</sup>
SO/SB0	Вход/выход	Выход данных последовательного интерфейса. Вход/выход последовательной шины	P0.2	F-B <sup>2)</sup>
SI/SB1	Вход/выход	Вход данных последовательного интерфейса. Вход/выход последовательной шины	P0.3	M-C <sup>2)</sup>
INT4	Вход	Вход внешнего прерывания по обоим фронтам	P0.0	B <sup>2)</sup>
INT0	Вход	Синхронный с тактовой частотой вход внешнего прерывания по программно выбираемому фронту	P1.0	B-C <sup>2)</sup>
INT1		Асинхронный вход внешнего прерывания по программно выбираемому фронту	P1.1	
INT2	Вход	Асинхронный вход внешнего прерывания по нарастающему фронту	P1.2	B-C <sup>2)</sup>
KR0...KR3	Вход/выход	Входы сканирования клавиатуры (спадающий фронт)	P6.0...P6.3	F-A <sup>2)</sup>
KR4...KR7	Вход/выход		P7.0...P7.3	F-A <sup>2)</sup>
X1, X2	Вход	Выводы для подключения кварцевого/керамического резонатора (X1 — вход, X2 — инверсный выход)	—	—
XT1	Вход	Вход для подключения кварцевого резонатора или сигнала реального времени от внешнего источника синхронизации	—	—
XT2	—	Вход для подключения кварцевого резонатора. При синхронизации от внешнего источника вывод оставляют свободным	—	—
$\overline{RESET}$	Вход	Системный сброс (НИЗКИЙ уровень — активный)	—	B <sup>2)</sup>
NC/V <sub>PP</sub>	—	Не подключен. При использовании кристалла μPD75P1xx с программируемым пользователем ПЗУ — вывод напряжения программирования; в рабочем режиме должен быть подключен к выводу V <sub>DD</sub>	—	—
V <sub>DD</sub>	—	Напряжение питания	—	—
V <sub>SS</sub>	—	Общий вывод	—	—

<sup>1)</sup> См. схемы цепей ввода/вывода.

<sup>2)</sup> Выводы по входу содержат триггер Шмитта.

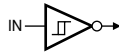
СХЕМЫ ЦЕПЕЙ ВВОДА/ВЫВОДА

Тип А (для типа Е-В)



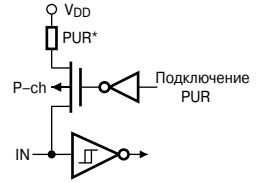
Стандартный КМОП-вход

Тип В



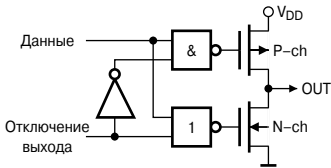
Вход с триггером Шмитта

Тип В-С



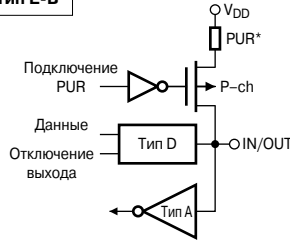
Подключение PUR

Тип D (для типов Е-В, F-A)

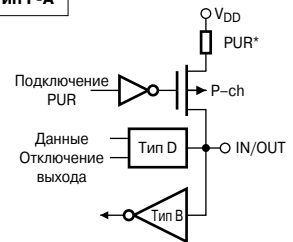


Выход переводится в состояние с высоким импедансом отключением обоих транзисторов.

Тип Е-В



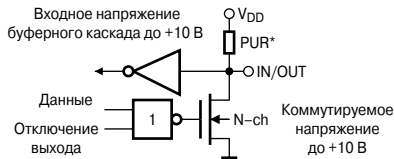
Тип F-A



18

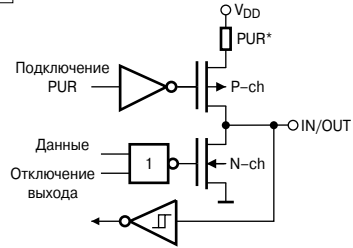
ЭНЦИКЛОПЕДИЯ РЕМОНТА - 18

Тип М

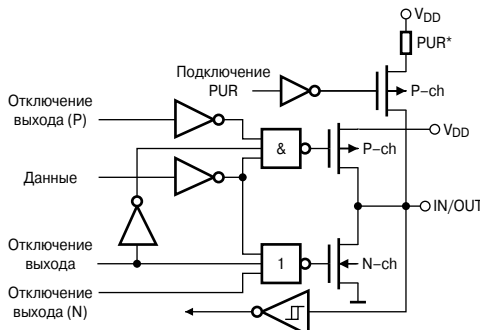


Коммутируемое напряжение до +10 В

Тип М-С



Тип F-В



\*PUR (pull up resistor) — резистор смещения, «подтягивающий» напряжение на выводе к напряжению источника питания ( $V_{DD}$ ).