

# **Справочник по среднему семейству микроконтроллеров PICmicro™**

## **Раздел 30. Электрические характеристики**

Перевод основывается на технической документации DS33023A  
компании Microchip Technology Incorporated, USA.

© ООО «Микро-Чип»  
Москва - 2002

Распространяется бесплатно.  
Полное или частичное воспроизведение материала допускается только с письменного разрешения  
ООО «Микро-Чип»  
тел. (095) 737-7545  
[www.microchip.ru](http://www.microchip.ru)

# PICmicro™ Mid-Range MCU Family Reference Manual

“All rights reserved. Copyright © 1997, Microchip Technology Incorporated, USA. Information contained in this publication regarding device applications and the like is intended through suggestion only and may be superseded by updates. No representation or warranty is given and no liability is assumed by Microchip Technology Incorporated with respect to the accuracy or use of such information, or infringement of patents or other intellectual property rights arising from such use or otherwise. Use of Microchip’s products as critical components in life support systems is not authorized except with express written approval by Microchip. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights. The Microchip logo and name are registered trademarks of Microchip Technology Inc. in the U.S.A. and other countries. All rights reserved. All other trademarks mentioned herein are the property of their respective companies. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any intellectual property rights.”

## **Trademarks**

The Microchip name, logo, PIC, KEELOQ, PICMASTER, PICSTART, PRO MATE, and SEEVAL are registered trademarks of Microchip Technology Incorporated in the U.S.A.

MPLAB, PICmicro, ICSP and In-Circuit Serial Programming are trademarks of Microchip Technology Incorporated.

Serialized Quick-Turn Production is a Service Mark of Microchip Technology Incorporated.

All other trademarks mentioned herein are property of their respective companies.

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| 30.1 Введение .....   | 4  |
| 30.2 Абсолютный максимум .....  | 5  |
| 30.3 Таблица выбора микроконтроллеров .....   | 6  |
| 30.4 Параметры, связанные с напряжением питания микроконтроллера .....                        | 7  |
| 30.5 Параметры, связанные с током потребления микроконтроллеров .....                         | 8  |
| 30.6 Пороговые уровни входного напряжения .....   | 11 |
| 30.7 Ток порта ввода/вывода .....   | 12 |
| 30.8 Напряжение выходного драйвера вывода .....   | 13 |
| 30.9 Емкостная нагрузка ввода/вывода .....  | 14 |
| 30.10 EEPROM память данных, FLASH память программ .....                                       | 15 |
| 30.11 LCD .....   | 16 |
| 30.12 Компараторы и источник опорного напряжения .....  | 17 |
| 30.13 Символьное обозначение временных параметров .....                                       | 18 |
| 30.14 Пример временных диаграмм и параметров тактового сигнала .....                          | 19 |
| 30.15 Пример временных диаграмм и параметров сброса микроконтроллера .....                    | 21 |
| 30.16 Пример временных диаграмм и параметров внешнего тактового сигнала для TMR0 и TMR1 ..... | 22 |
| 30.17 Пример временных диаграмм и параметров модуля CCP .....                                 | 23 |
| 30.18 Пример временных диаграмм и параметров ведомого параллельного порта .....               | 24 |
| 30.19 Пример временных диаграмм и параметров модуля SSP и MSSP в режиме SPI .....             | 25 |
| 30.20 Пример временных диаграмм и параметров модуля SSP в режиме I <sup>2</sup> C .....       | 29 |
| 30.21 Пример временных диаграмм и параметров модуля MSSP в режиме I <sup>2</sup> C .....      | 31 |
| 30.22 Пример временных диаграмм и параметров USART .....                                      | 33 |
| 30.23 Пример временных диаграмм и параметров 8 - разрядного АЦП .....                         | 34 |
| 30.24 Пример временных диаграмм и параметров 10 - разрядного АЦП .....                        | 36 |
| 30.25 Пример временных диаграмм и параметров интегрирующего АЦП .....                         | 38 |
| 30.26 Пример временных диаграмм и параметров модуля LCD .....                                 | 40 |
| 30.27 Ответы на часто задаваемые вопросы .....  | 41 |
| 30.28 Дополнительная литература .....   | 42 |

### 30.1 Введение

Данный раздел предназначен для демонстрации электрических параметров, которые могут быть включены в состав технической документации конкретного микроконтроллера. Этот раздел не предназначен для использования представленных данных. Параметры микроконтроллера Вы должны смотреть в технической документации на соответствующий микроконтроллер. В описании микроконтроллеров и их периферийных модулей даны ссылки на раздел "Электрические характеристики".

**Примечание.** При начале любого проекта Microchip рекомендует использовать последнюю редакцию документации на микроконтроллер и проверять электрические характеристики, чтобы гарантировать выполнение ваших требований.

В этом разделе будут использоваться обозначения, указанные в таблице 30-1.

**Таблица 30-1** Принятые обозначения

| Обозначение  | Описание   |
|--------------|--|
| PIC16CXXX    | Для микроконтроллеров, проверенных в стандартном диапазоне напряжений питания.   |
| PIC16LCXXX   | Для микроконтроллеров, проверенных в расширенном диапазоне напряжений питания.   |
| PIC16FXXX    | Для микроконтроллеров, проверенных в стандартном диапазоне напряжений питания.   |
| PIC16LFXXX   | Для микроконтроллеров, проверенных в расширенном диапазоне напряжений питания.   |
| PIC16CRXXX   | Для микроконтроллеров, проверенных в стандартном диапазоне напряжений питания.   |
| PIC16LCRXXX  | Для микроконтроллеров, проверенных в расширенном диапазоне напряжений питания.   |
| PIC16XXXX-04 | Для микроконтроллеров, проверенных при тактовой частоте до 4МГц.   |
| PIC16XXXX-08 | Для микроконтроллеров, проверенных при тактовой частоте до 8МГц.   |
| PIC16XXXX-10 | Для микроконтроллеров, проверенных при тактовой частоте до 10МГц.  |
| PIC16XXXX-20 | Для микроконтроллеров, проверенных при тактовой частоте до 20МГц.  |
| LP osc       | Для микроконтроллеров, у которых выбран LP режим тактового генератора.   |
| XT osc       | Для микроконтроллеров, у которых выбран XT режим тактового генератора.   |
| HS osc       | Для микроконтроллеров, у которых выбран HS режим тактового генератора.   |
| RC osc       | Для микроконтроллеров, у которых выбран RC режим тактового генератора.   |
| Коммерческий | Для микроконтроллеров с коммерческим температурным диапазоном ( $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ ).   |
| Промышленный | Для микроконтроллеров с промышленным температурным диапазоном ( $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ ). |
| Расширенный  | Для микроконтроллеров с расширенным температурным диапазоном ( $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ ). |

## 30.2 Абсолютный максимум

Абсолютные максимальные значения определяют наихудшие условия эксплуатации и хранения микроконтроллеров, что не является допустимым рабочим уровнем. Напряжение, выше указанного значения, может привести к повреждению микроконтроллера. Некоторые требования не являются независимыми, они могут быть взаимосвязаны с другими параметрами.

Примером может служить "Максимальный втекающий/вытекающий ток канала ввода/вывода". Число выводов, через которые может одновременно протекать максимальный ток зависит от максимально допустимого тока через выводы  $V_{DD}$  и  $V_{SS}$ . Физической причиной является ширина шины проводников питания и "земли" портов ввода/вывода и внутренней логики микроконтроллера. Превышение указанных значений может привести к внутреннему обрыву цепи. Превышение абсолютного максимума может привести к снижению надежности микроконтроллера.

Входной ток вывода определен как ток через диод, подключенный к  $V_{SS}/V_{DD}$ , если напряжение на выводе выходит за указанные значения.

### Максимально допустимые значения (\*)

|  |                           |
|--|---------------------------|
| Предельная рабочая температура .....   | от -55°C до +125°C        |
| Температура хранения .....   | от -65°C до +150°C        |
| Напряжение $V_{DD}$ относительно $V_{SS}$ .....                                | от -0.3В до +7.5В         |
| Напряжение -MCLR относительно $V_{SS}$ .....                                   | от 0В до +14В             |
| Напряжение RA4 относительно $V_{SS}$ .....                                     | от 0В до +8.5В            |
| Напряжение на остальных выводах относительно $V_{SS}$ .....                    | от -0.3В до $V_{DD}+0.3В$ |
| Рассеиваемая мощность <sup>(1)</sup> .....                                     | 1Вт                       |
| Максимальный ток вывода $V_{SS}$ .....   | 300мА                     |
| Максимальный ток вывода $V_{DD}$ .....   | 250мА                     |
| Входной запирающий ток $I_{IK}$ ( $V_I < 0$ или $V_I > V_{DD}$ ).....          | ±20мА                     |
| Выходной запирающий ток $I_{OK}$ ( $V_O < 0$ или $V_O > V_{DD}$ ) .....        | ±20мА                     |
| Максимальный выходной ток стока канала ввода/вывода .....                      | 25мА                      |
| Максимальный выходной ток истока канала ввода/вывода .....                     | 25мА                      |
| Максимальный выходной ток стока портов ввода/вывода PORTA, PORTB и PORTE.....  | 200мА                     |
| Максимальный выходной ток истока портов ввода/вывода PORTA, PORTB и PORTE..... | 200мА                     |
| Максимальный выходной ток стока портов ввода/вывода PORTC и PORTD.....         | 200мА                     |
| Максимальный выходной ток истока портов ввода/вывода PORTC и PORTD.....        | 200мА                     |
| Максимальный выходной ток стока портов ввода/вывода PORTF и PORTG.....         | 100мА                     |
| Максимальный выходной ток истока портов ввода/вывода PORTF и PORTG.....        | 100мА                     |

**Примечание 1.** Потребляемая мощность рассчитывается по формуле:

$$P = V_{DD} \times \{I_{DD} - \sum I_{OH}\} + \sum \{(V_{DD} - V_{OH}) \times I_{OH}\} + \sum (V_{OL} \times I_{OL})$$

**Примечание \*** Выход за указанные значения может привести к необратимым повреждениям микроконтроллера. Не предусмотрена работа микроконтроллера в предельном режиме в течение длительного времени. Длительная эксплуатация микроконтроллера в недопустимых условиях может повлиять на его надежность.

**Примечание.** Броски напряжения на выводе -MCLR ниже  $V_{SS}$  приводят к появлению больших токов (около 80мА), что может привести к срабатыванию защелки. Поэтому рекомендуется последовательно включать резистор сопротивлением от 500Ом до 1000Ом для подачи низкого уровня на этот вывод вместо непосредственного подключения к  $V_{SS}$ .

### 30.3 Таблица выбора микроконтроллеров

В эти таблицы предназначены для определения какие генераторы и параметры микроконтроллеров проверены. Любой режим тактового генератора (из возможных) может быть выбран во время программирования микроконтроллера.

Максимальная тактовая частота микроконтроллера при XT и RC режиме генератора 4МГц, поэтому работа микроконтроллера проверена на частоте до 4МГц.

Микроконтроллеры с максимальной тактовой частотой 10МГц и 20МГц проверяются в HS режиме тактового генератора. В таблице 30-2 значение  $I_{PD}$  не точное, поскольку нет точки измерения  $I_{PD}$  (оно меняется в зависимости от напряжения питания).

Устройства с питанием от батареек обычно требуют расширенного диапазона напряжений питания микроконтроллеров. Микроконтроллеры с индексом LC имеют расширенный диапазон напряжений питания и проверяются в RC, XT и LP режиме тактового генератора.

Микроконтроллеры с окном для УФ стирания памяти программ проверяются во всех режимах тактового генератора (-04, -20 и LC микроконтроллеры). Температурный диапазон, в котором проверяются микроконтроллеры, должен рассматриваться как реклама. В дальнейшем они могут быть проверены в промышленном и расширенном температурном диапазоне.

**Таблица 30-2** Пример параметров микроконтроллеров в различных режимах тактового генератора и тактовой частоты (коммерческий температурный диапазон)

| OSC | PIC16CXXX-04  | PIC16CXXX-10   | PIC16CXXX-20   | PIC16LCXXX-04   | С окном для УФ стирания   |
|-----|---|--|--|---|---|
| RC  | $V_{DD}$ : от 4.0В до 6.0В<br>$I_{DD}$ : макс.5мА@ 5.5В<br>$I_{PD}$ : макс.16мкА@4В<br>$F_{REQ}$ : макс. 4МГц               | $V_{DD}$ : от 4.5В до 5.5В<br>$I_{DD}$ : макс.2.7мА@ 5.5В<br>$I_{PD}$ : макс.1.5мкА@4В<br>$F_{REQ}$ : макс. 4МГц   | $V_{DD}$ : от 4.5В до 5.5В<br>$I_{DD}$ : макс.2.7мА@ 5.5В<br>$I_{PD}$ : макс.1.5мкА@4В<br>$F_{REQ}$ : макс. 4МГц   | $V_{DD}$ : от 2.5В до 6.0В<br>$I_{DD}$ : макс.3.8мА@ 3.0В<br>$I_{PD}$ : макс.5мкА@3В<br>$F_{REQ}$ : макс. 4МГц          | $V_{DD}$ : от 2.5В до 6.0В<br>$I_{DD}$ : макс.3.8мА@ 5.5В<br>$I_{PD}$ : макс.16мкА@4В<br>$F_{REQ}$ : макс. 4МГц         |
| XT  | $V_{DD}$ : от 4.0В до 6.0В<br>$I_{DD}$ : макс.5мА@ 5.5В<br>$I_{PD}$ : макс.16мкА@4.5В<br>$F_{REQ}$ : макс. 4МГц             | $V_{DD}$ : от 4.5В до 5.5В<br>$I_{DD}$ : макс.2.7мА@ 5.5В<br>$I_{PD}$ : макс.1.5мкА@4В<br>$F_{REQ}$ : макс. 4МГц   | $V_{DD}$ : от 4.5В до 5.5В<br>$I_{DD}$ : макс.2.7мА@ 5.5В<br>$I_{PD}$ : макс.1.5мкА@4В<br>$F_{REQ}$ : макс. 4МГц   | $V_{DD}$ : от 2.5В до 6.0В<br>$I_{DD}$ : макс.3.8мА@ 3.0В<br>$I_{PD}$ : макс.5мкА@3В<br>$F_{REQ}$ : макс. 4МГц          | $V_{DD}$ : от 2.5В до 6.0В<br>$I_{DD}$ : макс.3.8мА@ 5.5В<br>$I_{PD}$ : макс.16мкА@4В<br>$F_{REQ}$ : макс. 4МГц         |
| HS  | $V_{DD}$ : от 4.5В до 5.5В<br>$I_{DD}$ : макс.13.5мА@ 5.5В<br>$I_{PD}$ : макс.1.5мкА@4В<br>$F_{REQ}$ : макс. 4МГц           | $V_{DD}$ : от 4.5В до 5.5В<br>$I_{DD}$ : макс.10мА@ 5.5В<br>$I_{PD}$ : макс.1.5мкА@4.5В<br>$F_{REQ}$ : макс. 10МГц | $V_{DD}$ : от 4.5В до 5.5В<br>$I_{DD}$ : макс.20мА@ 5.5В<br>$I_{PD}$ : макс.1.5мкА@4.5В<br>$F_{REQ}$ : макс. 20МГц | Не рекомендуется использовать в HS режиме генератора  | $V_{DD}$ : от 4.5В до 5.5В<br>$I_{DD}$ : макс.20мА@ 5.5В<br>$I_{PD}$ : макс.1.5мкА@4.5В<br>$F_{REQ}$ : макс. 20МГц      |
| LP  | $V_{DD}$ : от 4.0В до 6.0В<br>$I_{DD}$ : макс.52.5мкА@ 32кГц, 4.0В<br>$I_{PD}$ : макс.0.9мкА@4В<br>$F_{REQ}$ : макс. 200кГц | Не рекомендуется использовать в LP режиме генератора   | Не рекомендуется использовать в LP режиме генератора   | $V_{DD}$ : от 2.5В до 6.0В<br>$I_{DD}$ : макс.48мкА@ 32кГц, 3.0В<br>$I_{PD}$ : макс.5мкА@3В<br>$F_{REQ}$ : макс. 200кГц | $V_{DD}$ : от 2.5В до 6.0В<br>$I_{DD}$ : макс.48мкА@ 32кГц, 3.0В<br>$I_{PD}$ : макс.5мкА@3В<br>$F_{REQ}$ : макс. 200кГц |

В затененный ячейках показаны режимы, в которых проверена работа микроконтроллера, но не в мин./макс. значения. Не рекомендуется выбирать эти режимы работы микроконтроллера.

**Примечание.** Микроконтроллеры, отмеченные знаком ENG SMP (Engineering Sample), протестированы по определенной программе заводских испытаний. Не гарантируется, что отдельно взятый микроконтроллер был протестирован по всем параметрам, указанным в технической документации.

### 30.4 Параметры, связанные с напряжением питания микроконтроллера

Эти параметры относятся к напряжению питания и включению микроконтроллера

**Напряжение питания** - уровень напряжений, при котором микроконтроллер нормально работает.

**Напряжение сохранения данных в ОЗУ** - напряжение, при котором не происходит разрушение информации в памяти данных микроконтроллера.

**Начальное напряжение  $V_{DD}$**  - уровень напряжения, начиная с которого происходит повышение напряжения питания до номинального уровня для гарантированной работы схемы сброса по включению питания POR.

**Скорость нарастания напряжения  $V_{DD}$**  - минимальная скорость нарастания напряжения при включении питания для гарантированной работы схемы сброса по включению питания POR.

**Напряжение сброса по снижению напряжения питания** - диапазон напряжений питания, в котором может произойти сброс по снижению напряжения питания. Когда напряжение питания попадает в этот диапазон, микроконтроллер может находиться в состоянии сброса или только что выйти из него.

Таблица 30-3 Пример параметров по постоянному току

| Характеристики по постоянному току |           | Стандартные рабочие условия (если не указано иное)   |      |          |       |      |   |
|------------------------------------|-----------|--|------|----------|-------|------|---|
|                                    |           | Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$<br>Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$<br>Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ |      |          |       |      |   |
| № пар.                             | Обоз.     | Описание   | Мин. | Тип.**   | Макс. | Ед.  | Примечание                                  |
| D001                               | $V_{DD}$  | Напряжение питания   |      |          |       |      |   |
|                                    |           | PIC16CXXX  | 4.0  | -        | 6.0   | B    | LP, XT, RC режим генератора                 |
|                                    |           | PIC16LCXXX   | 2.5  | -        | 6.0   | B    |   |
| D001A                              |           | PIC16CXXX  | 4.5  |          | 5.5   | B    | HS режим генератора                         |
| D002                               | $V_{DR}$  | Напряжение сохранения данных в ОЗУ <sup>(1)</sup>  | 1.5  | -        | -     | B    |   |
| D003                               | $V_{POR}$ | Стартовое напряжение $V_{DD}$ для формирования POR   | -    | $V_{SS}$ | -     | B    | Смотрите раздел "сброс POR"                 |
| D004                               | $S_{VDD}$ | Скорость нарастания $V_{DD}$ для формирования POR  | 0.05 | -        | -     | B/мс | Смотрите раздел "сброс POR"                 |
| D005<br>D005A                      | $V_{BOR}$ | Напряжение детектора BOR   | 3.7  | 4.0      | 4.3   | B    | Бит BODEN = 0<br>Расширенный темп. диапазон |
|                                    |           |  | 3.7  | 4.0      | 4.4   | B    |   |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0\text{V}$  @  $25^{\circ}\text{C}$ , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечание 1. Предел, до которого может быть понижено напряжение питания  $V_{DD}$  без потери данных в ОЗУ.

### 30.5 Параметры, связанные с током потребления микроконтроллеров

$I_{DD}$  - ток потребления микроконтроллера в нормальном режиме работы. Измерения проводились, когда все порты ввода/вывода настроены как входы и имеют низкий или высокий логический уровень (нет выводов с неопределенным уровнем и выводов с подключенной нагрузкой).

$I_{PD}$  - ток потребления микроконтроллера в SLEEP режиме микроконтроллера. Измерения проводились, когда все порты ввода/вывода настроены как входы и имеют низкий или высокий логический уровень (нет выводов с неопределенным уровнем и выводов с подключенной нагрузкой).

Микроконтроллер может иметь дополнительные особенности и периферийные модули, которые могут работать в SLEEP режиме микроконтроллера:

- Сторожевой таймер WDT;
- Схема сброса по снижению напряжения питания;
- Таймер TMR1;
- АЦП;
- Модуль LCD;
- Компараторы;
- Источник опорного напряжения.

Когда все эти модули выключены, микроконтроллер потребляет наименьший ток (ток утечки). Если любой из этих модулей включен, то потребление в SLEEP режиме значительно увеличится. Разница между минимально возможным током потребления и током потребления с включенным одним из перечисленных модулей (например WDT) называется дифференциальным током потребления модуля. Если включено несколько дополнительных модулей, то суммарный ток потребления может быть легко вычислен: основной ток потребления (ток потребления в SLEEP режиме, когда все модули выключены) плюс дифференциальный ток потребления каждого включенного периферийного модуля.

В примере 30-1 показано вычисление тока потребления микроконтроллера в SLEEP режиме с включенным WDT и TMR1 (внутренний генератор TMR1) при напряжении питания 5В.

**Пример 30-1** Вычисление  $I_{PD}$  при напряжении питания 5В (включен WDT и TMR1 с внутренним генератором)

|                             |              |                               |
|-----------------------------|--------------|-------------------------------|
| Основной ток                | 14нА         | ; Ток утечки микроконтроллера |
| Ток потребления WDT         | 14мкА        | ; 14мкА - 14нА = 14мкА        |
| <u>Ток потребления TMR1</u> | <u>22мкА</u> | ; 22мкА - 14нА = 22мкА        |
| Суммарный ток потребления   | 36мкА        | ;                             |



Таблица 30-4 Пример параметров по постоянному току

| Характеристики по постоянному току |          | Стандартные рабочие условия (если не указано иное)   |      |        |       |     |   |
|------------------------------------|----------|--|------|--------|-------|-----|---|
|                                    |          | Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$<br>Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$<br>Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ |      |        |       |     |   |
| № пар.                             | Обоз.    | Описание   | Мин. | Тип.** | Макс. | Ед. | Примечание  |
|                                    | $I_{DD}$ | Ток потребления <sup>(2, 4, 5)</sup>   |      |        |       |     |   |
| D010                               |          |  | -    | 2.7    | 5     | мА  | ХТ, RC режим генератора (PIC16CXXX-04)<br>$F_{OSC} = 4\text{МГц}$ , $V_{DD}=5.5\text{В}$<br>$F_{OSC} = 4\text{МГц}$ , $V_{DD}=3.0\text{В}$<br>LP режим генератора<br>$F_{OSC} = 32\text{кГц}$ , $V_{DD}=3.0\text{В}$ ,<br>WDT выключен<br>INTRC режим генератора<br>$F_{OSC} = 4\text{МГц}$ , $V_{DD}=5.5\text{В}$<br>HS режим генератора (PIC16CXXX-20)<br>$F_{OSC} = 20\text{МГц}$ , $V_{DD}=5.5\text{В}$ |
| D010A                              |          |  | -    | 2.0    | 3.8   | мА  |   |
| D010C                              |          |  | -    | 22.5   | 48    | мкА |   |
| D013                               |          |  | -    | 2.7    | 5     | мА  |   |
| D013                               |          |  | -    | 13.5   | 30    | мА  |   |
|                                    | $I_{PD}$ | Ток потребления в SLEEP режиме <sup>(3,5)</sup>  |      |        |       |     |   |
| D020                               |          |  | -    | 10.5   | 42    | мкА | $V_{DD}=4.0\text{В}$ , WDT включен,<br>от $-40^{\circ}\text{C}$ до $+85^{\circ}\text{C}$<br>$V_{DD}=3.0\text{В}$ , WDT включен,<br>от $-40^{\circ}\text{C}$ до $+85^{\circ}\text{C}$  |
| D020                               |          |  | -    | 7.5    | 30    | мкА |   |
| D021                               |          |  | -    | 1.5    | 21    | мкА | $V_{DD}=4.0\text{В}$ , WDT выключен,<br>от $-0^{\circ}\text{C}$ до $+70^{\circ}\text{C}$  |
| D021A                              |          |  | -    | 0.9    | 13.5  | мкА | $V_{DD}=3.0\text{В}$ , WDT выключен,<br>от $0^{\circ}\text{C}$ до $+70^{\circ}\text{C}$<br>$V_{DD}=4.0\text{В}$ , WDT выключен,<br>от $-40^{\circ}\text{C}$ до $+85^{\circ}\text{C}$  |
| D021A                              |          |  | -    | 1.5    | 24    | мкА |   |
| D021B                              |          |  | -    | 0.9    | 18    | мкА | $V_{DD}=3.0\text{В}$ , WDT выключен,<br>от $-40^{\circ}\text{C}$ до $+85^{\circ}\text{C}$<br>$V_{DD}=4.0\text{В}$ , WDT выключен,<br>от $-40^{\circ}\text{C}$ до $+125^{\circ}\text{C}$   |
| D021B                              |          |  | -    | 1.5    | -     | мкА |   |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0\text{В}$  @  $25^{\circ}\text{C}$ , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

## Примечания:

1. Не относится к данной таблице.
2. Ток потребления в основном зависит от напряжения питания и тактовой частоты. Другие факторы, влияющие на ток потребления: выходная нагрузка и частота переключения каналов ввода/вывода; тип тактового генератора; температура и выполняемая программа. Измерения  $I_{DD}$  проводилось в следующих условиях: внешний тактовый сигнал (меандр); каналы портов ввода/вывода в третьем состоянии и подтянуты к  $V_{DD}$ ;  $-MCLR = V_{DD}$ ; WDT выключен/выключен, указано в спецификации.
3. Потребляемый ток в SLEEP режиме не зависит от типа тактового генератора. При измерении тока все каналы портов ввода/вывода в третьем состоянии и подтянуты к  $V_{DD}$  или  $V_{SS}$ .
4. В RC режиме генератора ток через внешний резистор не учитывается. Ток, протекающий через внешний резистор, может быть рассчитан по формуле:  $I_R = V_{DD}/2R_{EXT}$  (мА), где  $R_{EXT}$  в кОм.
5. Генератор TMR1 дополнительно потребляет 20мкА (если включен). Этот параметр используется при разработке устройств, но не тестируется.

Таблица 30-5 Пример параметров по постоянному току

| Характеристики по постоянному току                    |                       | Стандартные рабочие условия (если не указано иное)<br>Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$<br>Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$<br>Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ |      |        |       |     |  |
|---|-----------------------|--|------|--------|-------|-----|--|
| № пар.  | Обоз.                 | Описание   | Мин. | Тип.** | Макс. | Ед. | Примечание   |
| Дифференциальный ток потребления периферийных модулей |                       |  |      |        |       |     |  |
| D022  | $\Delta I_{WDT}$      | Сторожевой таймер  | -    | 6.0    | 20    | мкА | $V_{DD} = 4.0\text{В}$   |
| D022A   | $\Delta I_{BOR}$      | Схема сброса по снижению напряжения питания  | -    | -      | 25    | мкА | от $-40^{\circ}\text{C}$ до $+85^{\circ}\text{C}$<br>$BODEN = 0, V_{DD} = 5.0\text{В}$ |
| D023  | $\Delta I_{COMP}$     | Компаратор   | -    | 85     | 100   | мкА | $V_{DD} = 4.0\text{В}$   |
| D023A   | $\Delta I_{REF}$      | Источник опорного напряжения   | -    | 94     | 300   | мкА | $V_{DD} = 4.0\text{В}$   |
| D024  | $\Delta I_{LCDRC}$    | Внутренний RC генератор LCD  | -    | 6.0    | 20    | мкА | $V_{DD} = 3.0\text{В}$   |
| D024A   | $\Delta I_{LCDVG}$    | Генератор напряжения LCD   | -    | TBD    | TBD   | мкА | $V_{DD} = 3.0\text{В}$   |
| D025  | $\Delta I_{T1OSC}$    | Генератор TMR1   | -    | 3.1    | 6.5   | мкА | $V_{DD} = 3.0\text{В}$   |
| D026  | $\Delta I_{AD}$       | АЦП  | -    | 1.0    | -     | мкА | АЦП включено, но преобразование не выполняется   |
| D027  | $\Delta I_{SAD}$      | Интегрирующее АЦП (общее)  | -    | 165*   | 250*  | мкА | REFOFF = 0   |
| D027A   | $\Delta I_{SADVR}$    | Интегрирующее АЦП<br>Опорное напряжение  | -    | 20*    | 30*   | мкА | REFOFF = 0   |
| D027B   | $\Delta I_{SADC DAC}$ | Интегрирующее АЦП<br>Источник тока   | -    | 50*    | 70*   | мкА | ADCON1<7:4> = 1111b  |
| D027C   | $\Delta I_{SADSREF}$  | Интегрирующее АЦП<br>Делитель опорного напряжения  | -    | 55*    | 85*   | мкА | ADOFF = 0  |
| D027D   | $\Delta I_{SADCMP}$   | Интегрирующее АЦП<br>Компаратор  | -    | 40*    | 65*   | мкА | ADOFF = 0  |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0\text{В}$  @  $25^{\circ}\text{C}$ , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

### 30.6 Пороговые уровни входного напряжения

**Входное напряжение низкого уровня ( $V_{IL}$ )** - уровень напряжения, который будет читаться как '0'. Если напряжение на выводе выше указанного значения, то состояние вывода не будет читаться как '0'. Во всех проектах требуется учитывать это напряжение для каждой микросхемы, чтобы гарантировать выполнение данного требования.

**Входное напряжение высокого уровня ( $V_{IH}$ )** - уровень напряжения, который будет читаться как '1'. Если напряжение на выводе ниже указанного значения, то состояние вывода не будет читаться как '1'. Во всех проектах требуется учитывать это напряжение для каждой микросхемы, чтобы гарантировать выполнение данного требования.

Выводы с входным буфером ТТЛ имеют два типа параметров: в соответствии с промышленным стандартом ТТЛ при напряжении питания от 4.5В до 5.5В; параметры для всего диапазона напряжения питания. В проекте может использоваться лучший тип параметров.

**Таблица 30-6** Пример параметров по постоянному току

| Характеристики по постоянному току |           | Стандартные рабочие условия (если не указано иное)   |                  |        |              |     |   |
|------------------------------------|-----------|--|------------------|--------|--------------|-----|---|
|                                    |           | Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ |                  |        |              |     |   |
|                                    |           | Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$                       |                  |        |              |     |   |
|                                    |           | Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$                       |                  |        |              |     |   |
|                                    |           | Параметры напряжения питания смотрите в таблице 30-3.                                      |                  |        |              |     |   |
| № пар.                             | Обоз.     | Описание   | Мин.             | Тип.** | Макс.        | Ед. | Примечание  |
|                                    | $V_{IL}$  | Входное напряжение низкого уровня  |                  |        |              |     |   |
| D030                               |           | Канал порта ввода/вывода   | $V_{SS}$         | -      | 0.8          | В   | $V_{DD}$ = от 4.5В до 5.5В <sup>(4)</sup><br>Иначе <sup>(4)</sup><br>Весь диапазон $V_{DD}$ |
| D030A                              |           | ТТЛ буфер  | $V_{SS}$         | -      | $0.15V_{DD}$ | В   |   |
| D031                               |           | Триггер Шмидта   | $V_{SS}$         | -      | $0.2V_{DD}$  | В   |   |
| D032                               |           | -MCLR, OSC1 (RC) <sup>(1)</sup>  | $V_{SS}$         | -      | $0.2V_{DD}$  | В   |   |
| D033                               |           | OSC1 (XT, HS, LP)  | $V_{SS}$         | -      | $0.3V_{DD}$  | В   |   |
|                                    | $V_{IH}$  | Входное напряжение высокого уровня   |                  |        |              |     |   |
| D040                               |           | Канал порта ввода/вывода   | 2.0              | -      | $V_{DD}$     | В   | $V_{DD}$ = от 4.5В до 5.5В <sup>(4)</sup><br>Иначе <sup>(4)</sup><br>Весь диапазон $V_{DD}$ |
| D040A                              |           | ТТЛ буфер  | $0.25V_{DD}+0.8$ | -      | $V_{DD}$     | В   |   |
| D041                               |           | Триггер Шмидта   | $0.8V_{DD}$      | -      | $V_{DD}$     | В   |   |
| D042                               |           | -MCLR  | $0.8V_{DD}$      | -      | $V_{DD}$     | В   |   |
| D042A                              |           | OSC1 (XT, HS, LP)  | $0.7V_{DD}$      | -      | $V_{DD}$     | В   |   |
| D043                               |           | OSC1 (RC) <sup>(1)</sup>   | $0.9V_{DD}$      | -      | $V_{DD}$     | В   |   |
| D050                               | $V_{HYS}$ | Гистерезис входа триггера Шмидта   | TBD              | -      | -            | В   |   |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0\text{В}$  @ 25C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечания:

1. В RC режиме генератора на входе OSC1 включен триггер Шмидта. Не рекомендуется использовать внешний тактовый сигнал в RC режиме тактового генератора.
2. Не относится к данной таблице.
3. Не относится к данной таблице.
4. Может использоваться лучшее из двух значений. Для  $V_{IL}$  - более высокое значение, для  $V_{IH}$  - более низкое.

### 30.7 Ток порта ввода/вывода

Ток подтягивающего резистора PORT/GPIO - дополнительный потребляемый ток при включенных подтягивающих резисторах.

Ток утечки - паразитный ток, связанный со схемотехнической реализацией вывода. В идеале не должно быть никаких токов утечки.

Таблица 30-7 Пример параметров по постоянному току

| Характеристики по постоянному току |          | Стандартные рабочие условия (если не указано иное)   |       |        |         |     |  |
|------------------------------------|----------|--|-------|--------|---------|-----|--|
|                                    |          | Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$<br>Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$<br>Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ |       |        |         |     |  |
|                                    |          | Параметры напряжения питания смотрите в таблице 30-3.  |       |        |         |     |  |
| № пар.                             | Обоз.    | Описание   | Мин.  | Тип.** | Макс.   | Ед. | Примечание                                     |
|                                    | $I_{IL}$ | Входной ток утечки <sup>(2,3)</sup>  |       |        |         |     |  |
| D060                               |          | Порт ввода/вывода  | -     | -      | $\pm 1$ | мкА | $V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$ , 3-е сост.  |
| D060A                              |          | CDAC   | -     | -      | $\pm 1$ | мкА | $V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$ , 3-е сост.  |
| D061                               |          | -MCLR, RA4/T0CKI   | -     | -      | $\pm 5$ | мкА | $V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$              |
| D063                               |          | OSC1   | -     | -      | $\pm 5$ | мкА | $V_{SS} \leq V_{PIN} \leq V_{DD}$ , XT, HS, LP |
|                                    |          | Ток через подтягивающие резисторы  |       |        |         |     |  |
| D070                               |          | PORTB  | 50    | 250    | 400     | мкА | $V_{DD} = 5.0\text{В}$ , $V_{PIN} = V_{SS}$    |
| D070A                              |          | GPIO   | 50    | 250    | 400     | мкА | $V_{DD} = 5.0\text{В}$ , $V_{PIN} = V_{SS}$    |
|                                    |          | Программируемый источник тока (интегрирующее АЦП)  |       |        |         |     | Вывод CDAC = 0В                                |
| D160                               |          | Выходной ток   | 18.75 | 33.75  | 48.75   | мкА | ADCON1<7:4> = 1111b<br>полная шкала            |
| D160A                              |          |  | 1.25  | 2.25   | 3.25    | мкА | ADCON1<7:4> = 0001b (1 Lsb)                    |
| D160B                              |          |  | -0.5  | 0      | 0.5     | мкА | ADCON1<7:4> = 0000b<br>(нуль шкалы)            |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0\text{В}$  @ 25С, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечания:

1. В RC режиме генератора на входе OSC1 включен триггер Шмидта. Не рекомендуется использовать внешний тактовый сигнал в RC режиме тактового генератора.
2. Ток утечки на выводе -MCLR зависит от приложенного напряжения. Параметры указаны для нормального режима работы. В других режимах может возникнуть больший ток утечки.
3. Отрицательный ток показывает, что он вытекает из вывода.

### 30.8 Напряжение выходного драйвера вывода

**Выходное напряжение низкого уровня ( $V_{OL}$ )** - это напряжение зависит от внешних цепей, подключенных к выводу. Если вывод соединить с  $V_{DD}$ , то на выводе порта никогда не будет достигнуто напряжение низкого уровня независимо от нагрузочной способности выходного буфера (ток потребления значительно возрастет).  $V_{OL}$  - напряжение низкого уровня на выводе порта при условии, что ток вывода не превышает  $I_{OL}$ .

**Выходное напряжение высокого уровня ( $V_{OH}$ )** - это напряжение зависит от внешних цепей, подключенных к выводу. Если вывод соединить с  $V_{SS}$ , то на выводе порта никогда не будет достигнуто напряжение высокого уровня независимо от нагрузочной способности выходного буфера (ток потребления значительно возрастет).  $V_{OH}$  - напряжение высокого уровня на выводе порта при условии, что ток вывода не превышает  $I_{OH}$ .

Таблица 30-8 Пример параметров по постоянному току

| Характеристики по постоянному току |            | Стандартные рабочие условия (если не указано иное)  |                |        |              |     |   |
|------------------------------------|------------|---|----------------|--------|--------------|-----|---|
|                                    |            | Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$<br>Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$<br>Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$<br>Параметры напряжения питания смотрите в таблице 30-3. |                |        |              |     |   |
| № пар.                             | Обоз.      | Описание  | Мин.           | Тип.** | Макс.        | Ед. | Примечание  |
|                                    | $V_{OL}$   | Выходное напряжение низкого уровня  |                |        |              |     | $V_{DD} = 4.5\text{В}$  |
| D080                               |            | Канал ввода/вывода  | -              | -      | 0.6          | В   | $I_{OL}=8.5\text{ мА}$ , $-40^{\circ}\text{C}$ до $+85^{\circ}\text{C}$   |
| D080A                              |            |   | -              | -      | 0.6          | В   | $I_{OL}=7.0\text{ мА}$ , $-40^{\circ}\text{C}$ до $+125^{\circ}\text{C}$  |
| D083                               |            | OSC2/CLKOUT (RC)  | -              | -      | 0.6          | В   | $I_{OL}=1.6\text{ мА}$ , $-40^{\circ}\text{C}$ до $+85^{\circ}\text{C}$   |
| D083A                              |            |   | -              | -      | 0.6          | В   | $I_{OL}=1.2\text{ мА}$ , $-40^{\circ}\text{C}$ до $+125^{\circ}\text{C}$  |
|                                    | $V_{OH}$   | Выходное напряжение высокого уровня   |                |        |              |     | $V_{DD}=4.5\text{В}$  |
| D090                               |            | Канал ввода/вывода <sup>(3)</sup>   | $V_{DD} - 0.7$ | -      | -            | В   | $I_{OH}=-3.0\text{ мА}$ , $-40^{\circ}\text{C}$ до $+85^{\circ}\text{C}$  |
| D090A                              |            |   | $V_{DD} - 0.7$ | -      | -            | В   | $I_{OH}=-2.5\text{ мА}$ , $-40^{\circ}\text{C}$ до $+125^{\circ}\text{C}$ |
| D092                               |            | OSC2/CLKOUT (RC)  | $V_{DD} - 0.7$ | -      | -            | В   | $I_{OH}=-1.3\text{ мА}$ , $-40^{\circ}\text{C}$ до $+85^{\circ}\text{C}$  |
| D092A                              |            |   | $V_{DD} - 0.7$ | -      | -            | В   | $I_{OH}=-1.0\text{ мА}$ , $-40^{\circ}\text{C}$ до $+125^{\circ}\text{C}$ |
| D150                               | $V_{OD}$   | Напряжение на выходе с открытым стоком  | -              | -      | 12           | В   | RA4   |
|                                    |            | Программируемый источник тока   |                |        |              |     |   |
| D170                               | $V_{PCS}$  | Диапазон напряжений вывода  | $V_{SS}$       | -      | $V_{DD}-1.4$ | В   | Вывод CDAC  |
| D171                               | $SN_{PCS}$ | Чувствительность напряжения   | -0.1           | -0.01  | -            | %/В | $V_{SS} \leq V_{CDAC} \leq V_{DD} - 1.4$                                  |
| D180                               | $V_{BGR}$  | Опорное напряжение  | 1.14           | 1.19   | 1.24         | В   | Вывод AN0, когда $AMUXOE=1$ и $ADCS3:ADCS0 = 0100b$                       |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0\text{В}$  @  $25^{\circ}\text{C}$ , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечания:

1. В RC режиме генератора на входе OSC1 включен триггер Шмидта. Не рекомендуется использовать внешний тактовый сигнал в RC режиме тактового генератора.
2. Ток утечки на выводе -MCLR зависит от приложенного напряжения. Параметры указаны для нормального режима работы. В других режимах может возникнуть больший ток утечки.
3. Отрицательный ток показывает, что он вытекает из вывода.

### 30.9 Емкостная нагрузка ввода/вывода

Эти параметры указывают на условия, при которых они влияют на характеристики работы каналов ввода/вывода по переменному току. Если нагрузка канала ввода/вывода отличается от указанной в таблицах, то вы должны определить как она влияет на временные характеристики. Меньшая емкость не должна влиять на параметры сигналов.

**Таблица 30-9** Пример параметров по постоянному току

| Характеристики по постоянному току |                   | Стандартные рабочие условия (если не указано иное)   |      |        |       |     |                           |
|------------------------------------|-------------------|--|------|--------|-------|-----|---------------------------|
|                                    |                   | Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ |      |        |       |     |                           |
|                                    |                   | Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$                       |      |        |       |     |                           |
|                                    |                   | Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$                       |      |        |       |     |                           |
|                                    |                   | Параметры напряжения питания смотрите в таблице 30-3.                                      |      |        |       |     |                           |
| № пар.                             | Обоз.             | Описание   | Мин. | Тип.** | Макс. | Ед. | Примечание                |
| Емкостная нагрузка на выходах      |                   |  |      |        |       |     |                           |
| D100                               | C <sub>OSC2</sub> | Вывод OSC2   | -    | -      | 15    | пФ  | XT, HS, LP                |
| D101                               | C <sub>IO</sub>   | Все каналы ввода/вывода и OSC2 в RC режиме   | -    | -      | 50    | пФ  |                           |
| D102                               | C <sub>B</sub>    | SCL, SDA в режиме I <sup>2</sup> C   | -    | -      | 400   | пФ  | В режиме I <sup>2</sup> C |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0\text{В}$  @ 25C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечания:

1. В RC режиме генератора на входе OSC1 включен триггер Шмидта. Не рекомендуется использовать внешний тактовый сигнал в RC режиме тактового генератора.
2. Ток утечки на выводе -MCLR зависит от приложенного напряжения. Параметры указаны для нормального режима работы. В других режимах может возникнуть больший ток утечки.
3. Отрицательный ток показывает, что он вытекает из вывода.

**30.10 EEPROM память данных, FLASH память программ****Таблица 30-10** Пример параметров EEPROM памяти данных, FLASH памяти программ

| Характеристики по постоянному току |           | <b>Стандартные рабочие условия (если не указано иное)</b>                                  |           |        |       |     |  |
|------------------------------------|-----------|--|-----------|--------|-------|-----|--|
|                                    |           | Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$ |           |        |       |     |  |
|                                    |           | Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$                       |           |        |       |     |  |
|                                    |           | Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$                       |           |        |       |     |  |
|                                    |           | Параметры напряжения питания смотрите в таблице 30-3.                                      |           |        |       |     |  |
| № пар.                             | Обоз.     | Описание   | Мин.      | Тип.** | Макс. | Ед. | Примечание                                 |
| <b>EEPROM память данных</b>        |           |  |           |        |       |     |  |
| D120                               | $E_D$     | Число циклов стирание/запись   | 1M        | 10M    | -     | C/3 | 5В @ 25°C                                  |
| D121                               | $V_{DRW}$ | Напряжение питания для записи/чтения   | $V_{MIN}$ | -      | 6.0   | В   | $V_{MIN}$ - минимальное напряжение питания |
| D122                               | $T_{DEW}$ | Время цикла стирание/запись  | -         | -      | 10    | мс  |  |
| <b>FLASH память программ</b>       |           |  |           |        |       |     |  |
| D130                               | $E_P$     | Число циклов стирание/запись   | 100       | 1000   | -     | C/3 | 5В @ 25°C                                  |
| D131                               | $V_{PR}$  | Напряжение питания для чтения  | $V_{MIN}$ | -      | 6.0   |     | $V_{MIN}$ - минимальное напряжение питания |
| D132A                              | $V_{PEW}$ | Напряжение питания для стирания/записи   | 4.5       | -      | 5.5   |     |  |
| D133                               | $T_{PEW}$ | Время цикла стирание/запись  | -         | -      | 10    | мс  |  |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0\text{В}$  @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

## 30.11 LCD

Таблица 30-11 Пример электрических характеристик модуля LCD

| Характеристики по постоянному току |                   |  | Стандартные рабочие условия (если не указано иное)  |        |                              |     |  |
|------------------------------------|-------------------|--|---|--------|------------------------------|-----|--|
|                                    |                   |  | Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$<br>Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$<br>Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$<br>Параметры напряжения питания смотрите в таблице 30-3. |        |                              |     |  |
| № пар.                             | Обоз.             | Описание                               | Мин.  | Тип.** | Макс.                        | Ед. | Примечание   |
| D200                               | V <sub>LCD3</sub> | Напряжение на выводе V <sub>LCD3</sub> | V <sub>DD</sub> - 0.3   | -      | V <sub>SS</sub> +7.0         | В   |  |
| D201                               | V <sub>LCD2</sub> | Напряжение на выводе V <sub>LCD2</sub> | -   | -      | V <sub>LCD3</sub>            | В   |  |
| D202                               | V <sub>LCD1</sub> | Напряжение на выводе V <sub>LCD1</sub> | -   | -      | V <sub>DD</sub>              | В   |  |
| D210                               | R <sub>COM</sub>  | Выходное сопротивление com выводов     | -   | -      | 1                            | кОм | COM выход  |
| D211                               | R <sub>SEG</sub>  | Выходное сопротивление seg выводов     | -   | -      | 10                           | кОм | SEG выход  |
| D220                               | V <sub>OH</sub>   | Выходное напряжение высокого уровня    | Макс. V <sub>LCDN</sub> - 0.1   | -      | Макс. V <sub>LCDN</sub>      | В   | COM выхода I <sub>OH</sub> = 25мкА<br>SEG выхода I <sub>OH</sub> = 3 мкА |
| D221                               | V <sub>OL</sub>   | Выходное напряжение низкого уровня     | Мин. V <sub>LCDN</sub>  | -      | Мин. V <sub>LCDN</sub> + 0.1 | В   | COM выхода I <sub>OH</sub> = 25мкА<br>SEG выхода I <sub>OH</sub> = 3 мкА |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при V<sub>DD</sub>=5.0В @ 25С, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечание 1. Внутренне сопротивление V<sub>LCD</sub> 0 Ом.

Таблица 30-12 Пример параметров генератора напряжения V<sub>LCD</sub> модуля LCD

| Характеристики по постоянному току |   |  | Стандартные рабочие условия (если не указано иное)  |        |        |        |            |
|------------------------------------|---|--|---|--------|--------|--------|------------|
|                                    |   |  | Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$<br>Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$<br>Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$<br>Параметры напряжения питания смотрите в таблице 30-3. |        |        |        |            |
| № пар.                             | Обоз.                                   | Описание   | Мин.  | Тип.** | Макс.  | Ед.    | Примечание |
| D250                               | I <sub>VADJ</sub>                       | Выходной ток VLCDADJ                                     | -   | 10     | -      | мкА    |            |
| D251                               | I <sub>VR</sub>                         | Потребляемый ток VLCDADJ                                 | -   | -      | 20     | мкА    |            |
| D252                               | $\frac{\Delta I_{VADJ}}{\Delta V_{DD}}$ | Зависимость выходного тока от напряжения V <sub>DD</sub> | -   | -      | 0.1/1  | мкА/В  |            |
| D253                               | $\frac{\Delta I_{VADJ}}{\Delta T}$      | Зависимость выходного тока от температуры                | -   | -      | 0.1/70 | мкА/°С |            |
| D260 <sup>(1)</sup>                | R <sub>VADJ</sub>                       | Внешний резистор VLCDADJ                                 | 100   | -      | 230    | кОм    |            |
| D265                               | V <sub>VADJ</sub>                       | Диапазон напряжений VLCDADJ                              | 1.0   | -      | 2.3    | В      |            |
| D271 <sup>(1)</sup>                | C <sub>ЕСРС</sub>                       | Внешняя емкость генератора                               | -   | 0.5    | -      | мкФ    |            |

Примечание 1. Оценочные значения.



### 30.12 Компараторы и источник опорного напряжения

Таблица 30-13 Пример характеристик компаратора по постоянному току

| Характеристики по постоянному току |             |                              | Стандартные рабочие условия (если не указано иное)  |           |              |     |            |
|------------------------------------|-------------|------------------------------|---|-----------|--------------|-----|------------|
|                                    |             |                              | Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$<br>Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$<br>Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$<br>Параметры напряжения питания смотрите в таблице 30-3. |           |              |     |            |
| № пар.                             | Обоз.       | Описание                     | Мин.  | Тип.**    | Макс.        | Ед. | Примечание |
| D300                               | $V_{IOFF}$  | Входное напряжение смещения  | -   | $\pm 5.0$ | $\pm 10$     | мВ  |            |
| D301                               | $V_{ICM}$   | Входное напряжение*          | 0   | -         | $V_{DD}-1.5$ | В   |            |
| D302                               | CMRR        | Коэффициент отражения*       | 55  | -         | -            | db  |            |
| 300                                | $T_{RESP}$  | Время реакции <sup>(1)</sup> | -   | 150       | 400          | нс  | PIC16CXXX  |
| 300A                               |             |                              | -   | 210       | 600          | нс  | PIC16LCXXX |
| 301                                | $T_{MC2OV}$ | Время смены режима*          | -   | -         | 10           | мкс |            |

Примечание 1. Время реакции измерялось при напряжении на одном из входов  $(V_{DD}-1.5)/2$ , а на другом был сформирован переход от  $V_{SS}$  к  $V_{DD}$ .

Таблица 30-13 Пример характеристик источника опорного напряжения по постоянному току

| Характеристики по постоянному току |           |                                | Стандартные рабочие условия (если не указано иное)  |        |             |     |            |
|------------------------------------|-----------|--------------------------------|---|--------|-------------|-----|------------|
|                                    |           |                                | Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$<br>Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$<br>Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$<br>Параметры напряжения питания смотрите в таблице 30-3. |        |             |     |            |
| № пар.                             | Обоз.     | Описание                       | Мин.  | Тип.** | Макс.       | Ед. | Примечание |
| D310                               | $V_{RES}$ | Разрешающая способность        | $V_{DD}/24$   | -      | $V_{DD}/32$ | Lsb |            |
| D311                               | $VR_{AA}$ | Абсолютная точность            | -   | -      | 1/4         | Lsb | VRR=1      |
|                                    |           |                                | -   | -      | 1/2         | Lsb | VRR=0      |
| D312                               | $VR_{UR}$ | Сопротивление резистора R*     | -   | 2      | -           | кОм |            |
| 310                                | $T_{SET}$ | Время установки <sup>(1)</sup> | -   | -      | 10          | мкс |            |

Примечание 1. Время измерено при VRR=1 и переходе  $VR<3:0>$  от 0000 к 1111.

### 30.13 Символьное обозначение временных параметров

Символьное обозначение временных параметров имеет один из следующих форматов:

- |                  |                |  |
|------------------|----------------|--|
| 1. $T_{ppS2ppS}$ | 3. $T_{CC:ST}$ | (только спецификация I <sup>2</sup> C) |
| 2. $T_{ppS}$     | 4. $T_S$       | (только спецификация I <sup>2</sup> C) |

|          |         |   |       |
|----------|---------|---|-------|
| <b>T</b> |         |   |       |
| F        | Частота | T | Время |

Строчные символы (pp) и их значение

|           |                    |     |             |
|-----------|--------------------|-----|-------------|
| <b>pp</b> |                    |     |             |
| cc        | CCP1               | osc | OSC1        |
| ck        | CLKOUT             | rd  | -RD         |
| cs        | -CS                | rw  | -RD или -WR |
| di        | SDI                | sc  | SCK         |
| do        | SDO                | ss  | -SS         |
| dt        | Входные данные     | t0  | T0CKI       |
| io        | Канал ввода/вывода | t1  | T1CKI       |
| mc        | -MCLR              | wr  | -WR         |

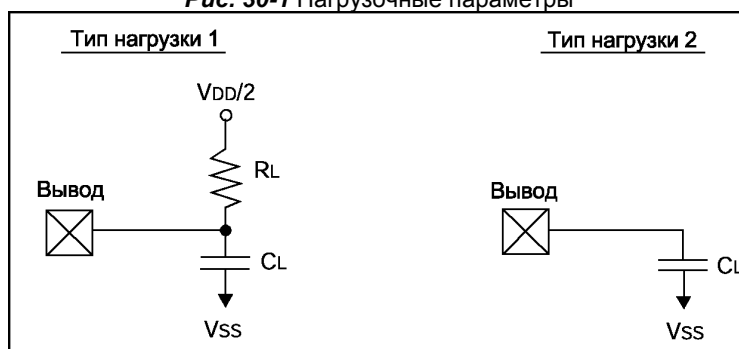
Прописные символы и их значение

|                              |                          |      |                 |
|------------------------------|--------------------------|------|-----------------|
| <b>S</b>                     |                          |      |                 |
| F                            | Задний фронт             | P    | Период          |
| H                            | Высокий уровень          | R    | Передний фронт  |
| I                            | Неверный (3-е состояние) | V    | Верный          |
| L                            | Низкий уровень           | Z    | 3-е состояние   |
| <b>Только I<sup>2</sup>C</b> |                          |      |                 |
| AA                           | Доступ вывода            | High | Высокий уровень |
| BUF                          | Шина свободна            | Low  | Низкий уровень  |

$T_{CC:ST}$  (только спецификация I<sup>2</sup>C)

|           |                            |     |                |
|-----------|----------------------------|-----|----------------|
| <b>CC</b> |                            |     |                |
| HD        | Удержание                  | SU  | Установка      |
| <b>ST</b> |                            |     |                |
| DAT       | Сохранение данных на входе | STO | Условие STOP   |
| STA       | Условие START              | Low | Низкий уровень |

Рис. 30-1 Нагрузочные параметры



$$R_L = 464 \text{ Ом}$$

$$C_L = 50 \text{ пФ (для всех выводов, кроме OSC2)}$$

$$C_L = 15 \text{ пФ (для вывода OSC2)}$$

### 30.14 Пример временных диаграмм и параметров тактового сигнала

Рис. 30-2 Пример временной диаграммы внешнего тактового сигнала

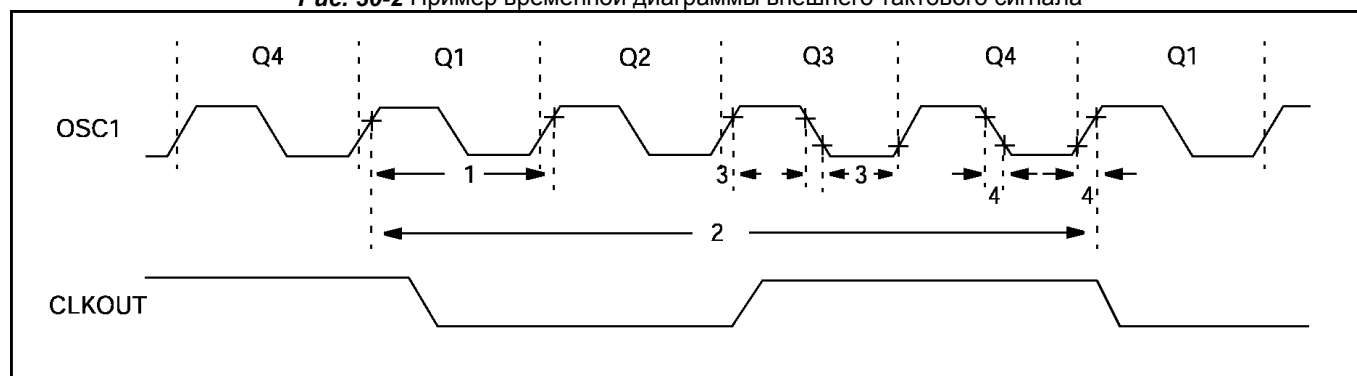


Таблица 30-15 Пример параметров внешнего тактового сигнала

| № пар. | Обоз.                                  | Описание  | Мин.  | Тип.** | Макс. | Ед. | Примечание                           |
|--------|--|---|-------|--------|-------|-----|--------------------------------------|
|        | F <sub>osc</sub>                       | Частота внешнего тактового сигнала <sup>(1)</sup>                       | DC    | -      | 4     | МГц | XT, RC PIC16CXXX-04<br>PIC16LCXXX-04 |
|        |  |   | DC    | -      | 10    | МГц | HS PIC16CXXX-10                      |
|        |  |   | DC    | -      | 20    | МГц | HS PIC16CXXX-20                      |
|        |  |   | Dc    | -      | 200   | кГц | LP PIC16LCXXX-04                     |
|        |  | Частота генератора <sup>(1)</sup>                                       | DC    | -      | 4     | МГц | RC PIC16CXXX-04<br>PIC16LCXXX-04     |
|        |  |   | 0.1   | -      | 4     | МГц | XT PIC16CXXX-04<br>PIC16LCXXX-04     |
|        |  |   | 4     | -      | 10    | МГц | HS PIC16CXXX-10                      |
|        |  |   | 4     | -      | 20    | МГц | HS PIC16CXXX-20                      |
| 1      | T <sub>osc</sub>                       | Период внешнего тактового сигнала <sup>(1)</sup>                        | 250   | -      | -     | нс  | XT, RC PIC16CXXX-04<br>PIC16LCXXX-04 |
|        |  |   | 100   | -      | -     | нс  | HS PIC16CXXX-10                      |
|        |  |   | 50    | -      | -     | нс  | HS PIC16CXXX-20                      |
|        |  |   | 5     | -      | -     | мкс | LP PIC16LCXXX-04                     |
|        |  | Период генератора <sup>(1)</sup>  | 250   | -      | -     | нс  | RC PIC16CXXX-04<br>PIC16LCXXX-04     |
|        |  |   | 250   | -      | 10000 | нс  | XT PIC16CXXX-04<br>PIC16LCXXX-04     |
| 2      | T <sub>cy</sub>                        | Время выполнения инструкции <sup>(1)</sup>                              | 200.0 | -      | DC    | нс  | LP PIC16LCXXX-04                     |
|        |  |   | 100   | -      | 250   | нс  | HS PIC16CXXX-10                      |
|        |  |   | 50    | -      | 250   | нс  | HS PIC16CXXX-20                      |
|        |  |   | 5     | -      | -     | мкс | LP PIC16LCXXX-04                     |
| 3      | T <sub>osL</sub> ,<br>T <sub>osH</sub> | Длительность высокого/низкого уровня CLKIN (OSC1)                       | 50    | -      | -     | нс  | XT PIC16CXXX-04                      |
|        |  |   | 60    | -      | -     | нс  | XT PIC16LCXXX-04                     |
|        |  |   | 2.5   | -      | -     | мкс | LP PIC16LCXXX-04                     |
|        |  |   | 15    | -      | -     | нс  | HS PIC16CXXX-20                      |
| 4      | T <sub>osR</sub> ,<br>T <sub>osF</sub> | Длительность переднего/заднего фронта внешнего тактового сигнала (OSC1) | -     | -      | 25    | нс  | XT PIC16CXXX-04                      |
|        |  |   | -     | -      | 50    | нс  | LP PIC16LCXXX-04                     |
|        |  |   | -     | -      | 15    | нс  | HS PIC16CXXX-20                      |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при V<sub>DD</sub>=5.0В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечание 1. Машинный цикл микроконтроллера равняется 4 периодам тактового сигнала. Все приведенные значения основываются на характеристиках конкретного типа генератора в стандартных условиях при выполнении программы. Выход за указанные пределы может привести к нестабильной работе генератора и/или к большому потребляемому току. Все микроконтроллеры проверены в режиме "Мин." при внешнем тактовом сигнале на выводе OSC1/CLKIN.

Рис. 30-3 Пример временной диаграммы CLKOUT и каналов ввода/вывода

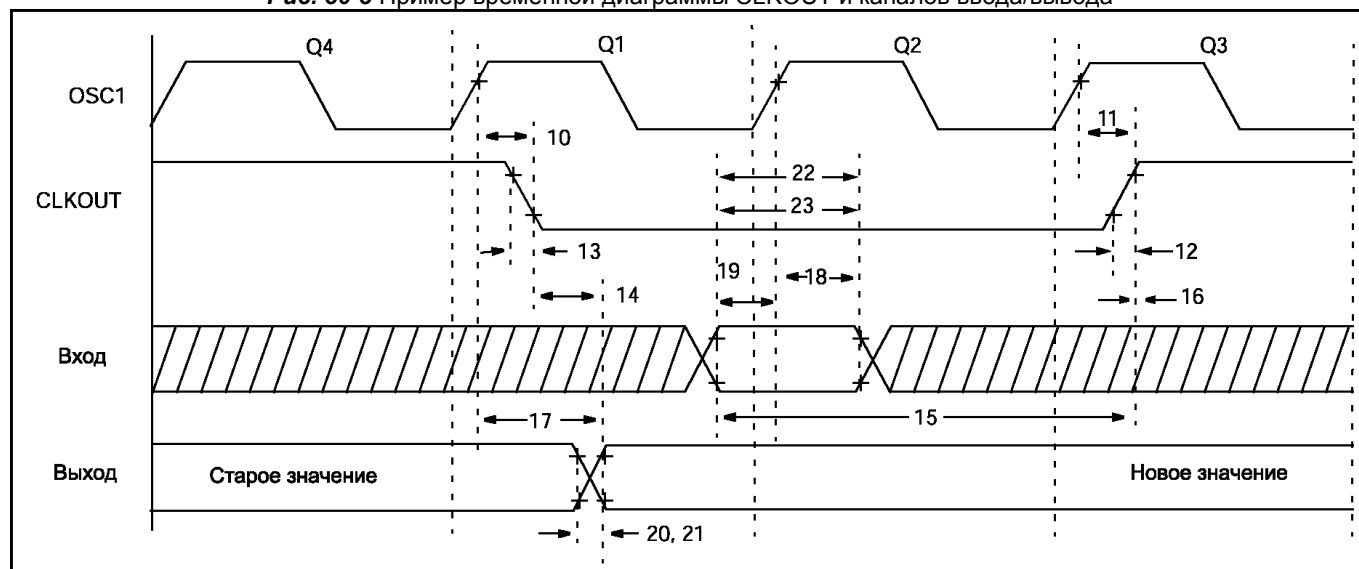


Таблица 30-16 Пример параметров CLKOUT и каналов ввода/вывода

| № пар. | Обоз.    | Описание   | Мин.            | Тип.** | Макс.          | Ед. | Примечание |
|--------|----------|--|-----------------|--------|----------------|-----|------------|
| 10     | TosH2ckL | От OSC1 ↑ до CLKOUT ↓                                      | -               | 75     | 200            | нс  | (1)        |
| 11     | TosH2ckH | От OSC1 ↑ до CLKOUT ↑                                      | -               | 75     | 200            | нс  | (1)        |
| 12     | TckR     | CLKOUT длит. переднего фронта                              | -               | 35     | 100            | нс  | (1)        |
| 13     | TckF     | CLKOUT длит. заднего фронта                                | -               | 35     | 100            | нс  | (1)        |
| 14     | TckL2ioV | От CLKOUT ↓ до установл. выхода                            | -               | -      | $0.5T_{CY}+20$ | нс  | (1)        |
| 15     | TioV2ckH | От установл. входа до CLKOUT ↑                             | $0.25T_{CY}+25$ | -      | -              | нс  | (1)        |
| 16     | TckH2ioI | Удержание входа после CLKOUT ↑                             | 0               | -      | -              | нс  | (1)        |
| 17     | TosH2ioV | От OSC1 ↑ до установл. выхода                              | -               | 50     | 150            | нс  |            |
| 18     | TosH2ioI | Удержание входа после OSC1 ↑                               | C               | 100    | -              | -   | нс         |
| 18A    |          |  | LC              | 200    | -              | -   | нс         |
| 19     | TioV2osH | Переход в режим входа относ. OSC1↑                         | 0               | -      | -              | нс  |            |
| 20     | TioR     | Длительность переднего фронта на выходе порта ввода/вывода | C               | -      | 10             | 25  | нс         |
| 20A    |          |  | LC              | -      | -              | 60  | нс         |
| 21     | TioF     | Длительность заднего фронта на выходе порта ввода/вывода   | C               | -      | 10             | 25  | нс         |
| 21A    |          |  | LC              | -      | -              | 60  | нс         |
| 22***  | Tinp     | Длит. высокого/низкого уровня INT                          | $T_{CY}$        | -      | -              | нс  |            |
| 23***  | Trbp     | Длит. высокого/низкого уровня RB7:RB4                      | $T_{CY}$        | -      | -              | нс  |            |
| 24***  | Trcp     | Длит. высокого/низкого уровня RC7:RC4                      | 20              | -      | -              | нс  |            |

\* - Эти параметры определены, но не протестированы.

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0V$  @  $25^{\circ}C$ , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

\*\*\* - Асинхронные события, не связанные с внутренним тактовым сигналом.

Примечание 1. Измерения проведены в RC режиме генератора, где  $CLKOUT = 4 \times T_{OSC}$ .

### 30.15 Пример временных диаграмм и параметров сброса микроконтроллера

Рис. 30-4 Пример временной диаграммы сброса, WDT, OST, PWRT

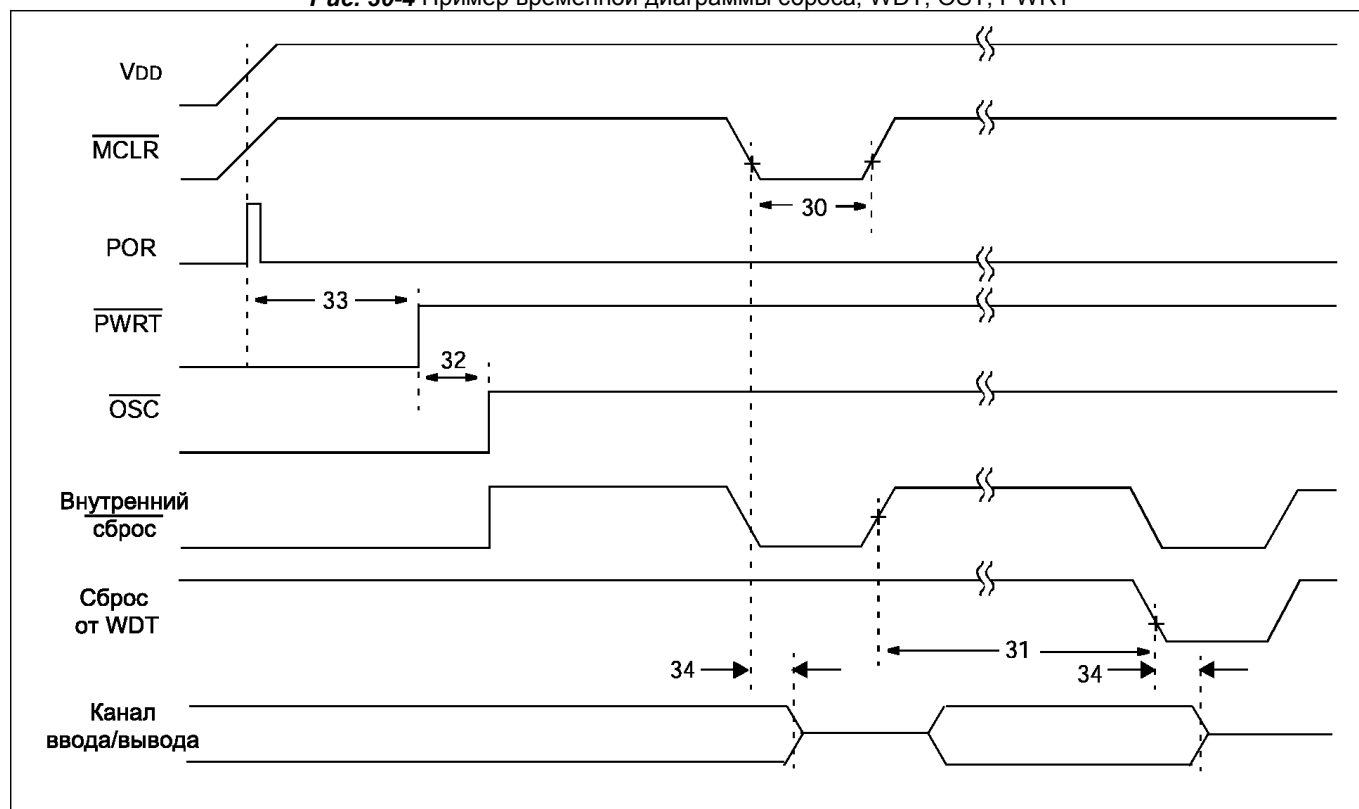


Рис. 30-5 Пример временной диаграммы работы BOD

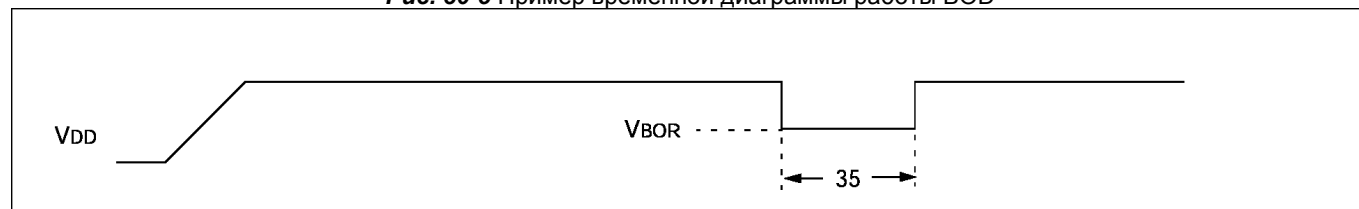


Таблица 30-17 Пример параметров сброса, WDT, OST, PWRT, BOR

| № пар. | Обоз.            | Описание   | Мин. | Тип.**               | Макс. | Ед. | Примечание                                |
|--------|------------------|--|------|----------------------|-------|-----|---|
| 30     | Tmcl             | Длительность импульса -MCLR  | 2    | -                    | -     | мкс | V <sub>DD</sub> =5В, -40°C до +85°C       |
| 31     | Twdt             | Период переполнения WDT (без делителя)                                 | 7    | 18                   | 33    | мс  | V <sub>DD</sub> =5В, -40°C до +125°C      |
| 32     | Tost             | Период OST   | -    | 1024T <sub>OSC</sub> | -     | -   | T <sub>OSC</sub> = период OSC1            |
| 33     | Trwrt            | Период PWRT  | 28   | 72                   | 132   | мс  | V <sub>DD</sub> =5В, -40°C до +85°C       |
| 34     | T <sub>IOZ</sub> | От сброса -MCLR или WDT до перевода каналов ввода/вывода 3-е состояние | -    | -                    | 2.1   | мкс |   |
| 35     | T <sub>BOR</sub> | Длительность импульса BOR  | 100  | -                    | -     | мкс | V <sub>DD</sub> ≤ V <sub>BOR</sub> (D005) |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при V<sub>DD</sub>=5.0В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

### 30.16 Пример временных диаграмм и параметров внешнего тактового сигнала для TMR0 и TMR1

Рис. 30-6 Пример временной диаграммы внешнего тактового сигнала для TMR0 и TMR1

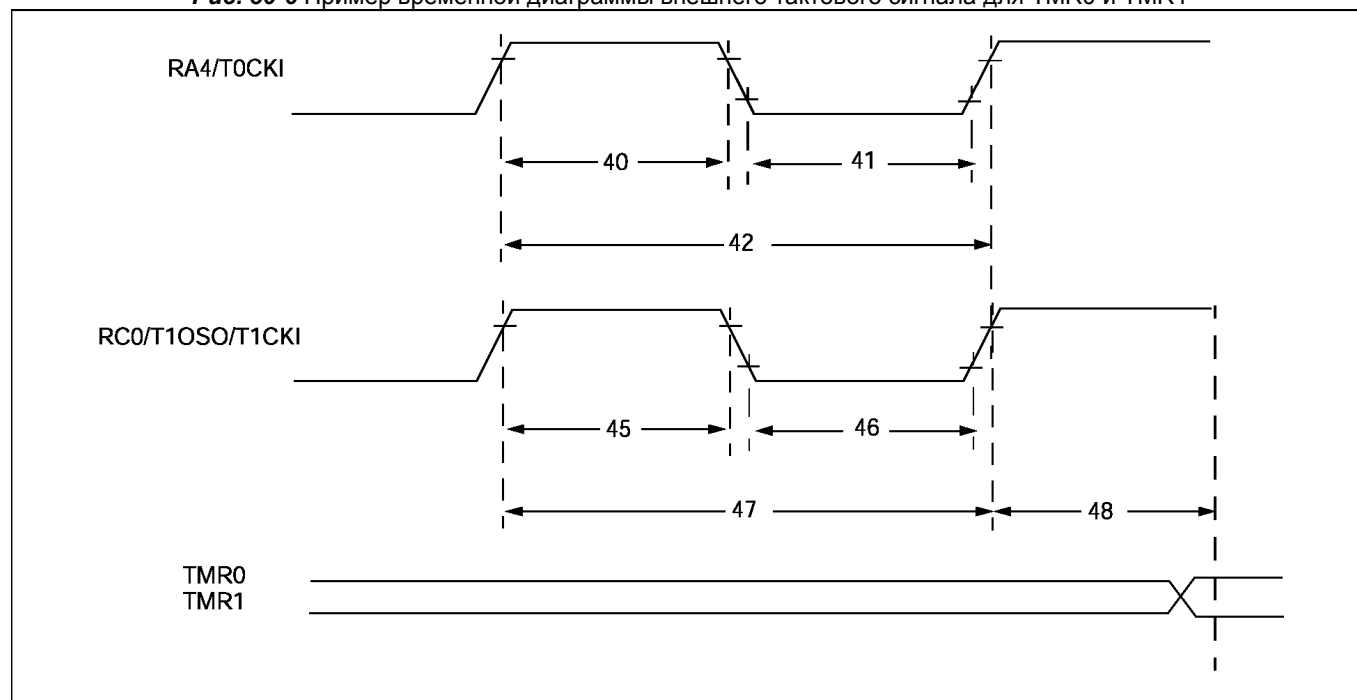


Таблица 30-18 Пример параметров внешнего тактового сигнала для TMR0 и TMR1

| № пар. | Обоз. | Описание  |                         | Мин.                   | Тип.**                 | Макс.      | Ед. | Примечание                           |                  |
|--------|-------|---|-------------------------|------------------------|------------------------|------------|-----|--------------------------------------|------------------|
| 40     | Tt0H  | Длительность высокого уровня T0CKI                                | Без предделителя        | $0.5T_{CY}+20$         | -                      | -          | нс  | Также должен выполняться параметр 42 |                  |
|        |       |   | С предделителем         | 10                     | -                      | -          | нс  |                                      |                  |
| 41     | Tt0L  | Длительность низкого уровня T0CKI                                 | Без предделителя        | $0.5T_{CY}+20$         | -                      | -          | нс  |                                      |                  |
|        |       |   | С предделителем         | 10                     | -                      | -          | нс  |                                      |                  |
| 42     | Tt0P  | Период T0CKI  | Без предделителя        | $T_{CY}+40$            | -                      | -          | нс  | N = коэфф.предд.                     |                  |
|        |       |   | С предделителем         | 20 или $(T_{CY}+40)/N$ | -                      | -          | нс  |                                      |                  |
| 45     | Tt1H  | Длительность высокого уровня T1CKI                                | Синхр.реж. без преддел. | $0.5T_{CY}+20$         | -                      | -          | нс  | Также должен выполняться параметр 47 |                  |
|        |       |   | Синхр. режим с преддел. | C                      | 15                     | -          | -   |                                      | нс               |
|        |       |   |                         | LC                     | 25                     | -          | -   |                                      | нс               |
|        |       |   | Асинхронный режим       | C                      | 30                     | -          | -   |                                      | нс               |
| LC     | 50    | -   |                         | -                      | нс                     |            |     |                                      |                  |
| 46     | Tt1L  | Длительность низкого уровня T1CKI                                 | Синхр.реж. без преддел. | $0.5T_{CY}+20$         | -                      | -          | нс  | Также должен выполняться параметр 47 |                  |
|        |       |   | Синхр. режим с преддел. | C                      | 15                     | -          | -   |                                      | нс               |
|        |       |   |                         | LC                     | 25                     | -          | -   |                                      | нс               |
|        |       |   | Асинхронный режим       | C                      | 30                     | -          | -   |                                      | нс               |
| LC     | 50    | -   |                         | -                      | нс                     |            |     |                                      |                  |
| 47     | Tt1P  | Период T1CKI  | Синхронный режим        | C                      | 30 или $(T_{CY}+40)/N$ | -          | -   | нс                                   | N = коэфф.предд. |
|        |       |   |                         | LC                     | 50 или $(T_{CY}+40)/N$ | -          | -   | нс                                   | N = коэфф.предд. |
|        |       |   | Асинхронный режим       | C                      | 60                     | -          | -   | нс                                   |                  |
|        |       |   |                         | LC                     | 100                    | -          | -   | нс                                   |                  |
|        | Ft1   | Частота резонатора для TMR1 (T1OSCEN=1)                           |                         | DC                     | -                      | 200        | кГц |                                      |                  |
| 48     | TCKE1 | Задержка от активного фронта тактового сигнала до приращения TMR1 |                         | $2T_{Osc}$             | -                      | $7T_{Osc}$ | -   |                                      |                  |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0V @ 25^{\circ}C$ , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

### 30.17 Пример временных диаграмм и параметров модуля ССР

Рис. 30-7 Пример временной диаграммы захват/сравнение/ШИМ

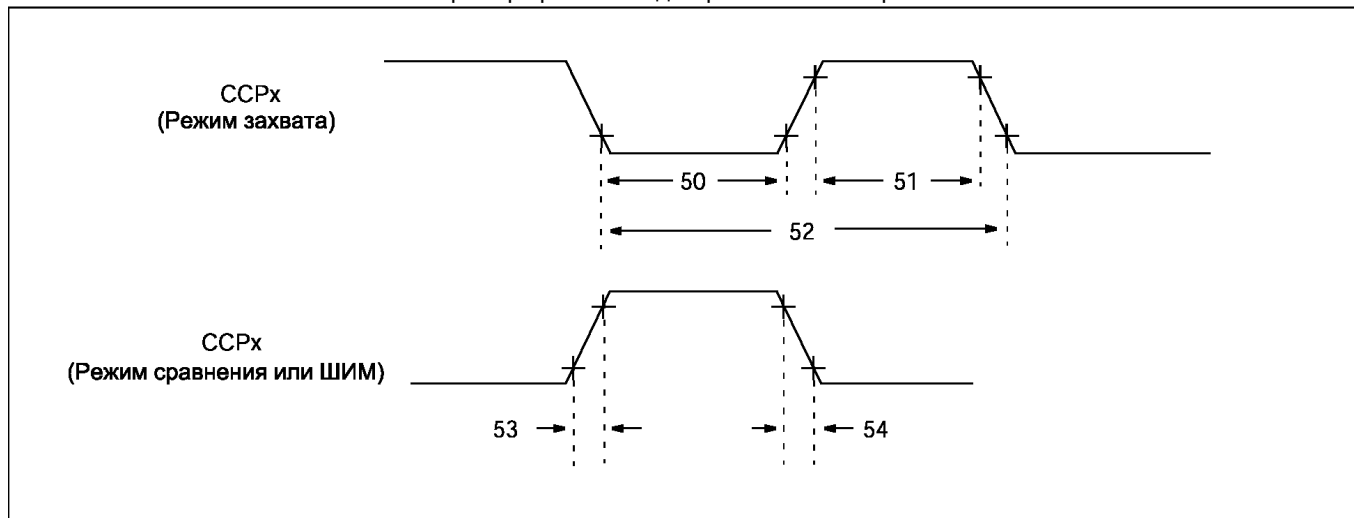


Таблица 30-9 Пример параметров захват/сравнение/ШИМ (ССР1 и ССР2)

| № пар. | Обоз. | Описание  |                  | Мин.             | Тип.** | Макс. | Ед. | Примечание       |    |
|--------|-------|---|------------------|------------------|--------|-------|-----|------------------|----|
| 50*    | ТссL  | Сигнал низкого уровня ССРх                            | Без предделителя | $0.5T_{CY}+20$   | -      | -     | нс  |                  |    |
|        |       |   | С предделителем  | C                | 10     | -     | -   |                  | нс |
|        |       |   |                  | LC               | 20     | -     | -   |                  | нс |
| 51*    | ТссL  | Сигнал высокого уровня ССРх                           | Без предделителя | $0.5T_{CY}+20$   | -      | -     | нс  |                  |    |
|        |       |   | С предделителем  | C                | 10     | -     | -   |                  | нс |
|        |       |   |                  | LC               | 20     | -     | -   |                  | нс |
| 52*    | ТссP  | Период входного сигнала ССРх                          |                  | $(3T_{CY}+40)/N$ | -      | -     | нс  | N = коэфф.предд. |    |
| 53*    | ТссR  | Время установление высокого уровня сигн. на вых. ССРх | C                | -                | 10     | 25    | нс  |                  |    |
|        |       |   | LC               | -                | 25     | 45    | нс  |                  |    |
| 54*    | ТссF  | Время установление низкого уровня сигн. на вых. ССРх  | C                | -                | 10     | 25    | нс  |                  |    |
|        |       |   | LC               | -                | 25     | 45    | нс  |                  |    |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0V$  @  $25^{\circ}C$ , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

### 30.18 Пример временных диаграмм и параметров ведомого параллельного порта

Рис. 30-8 Пример временной диаграммы работы ведомого параллельного порта

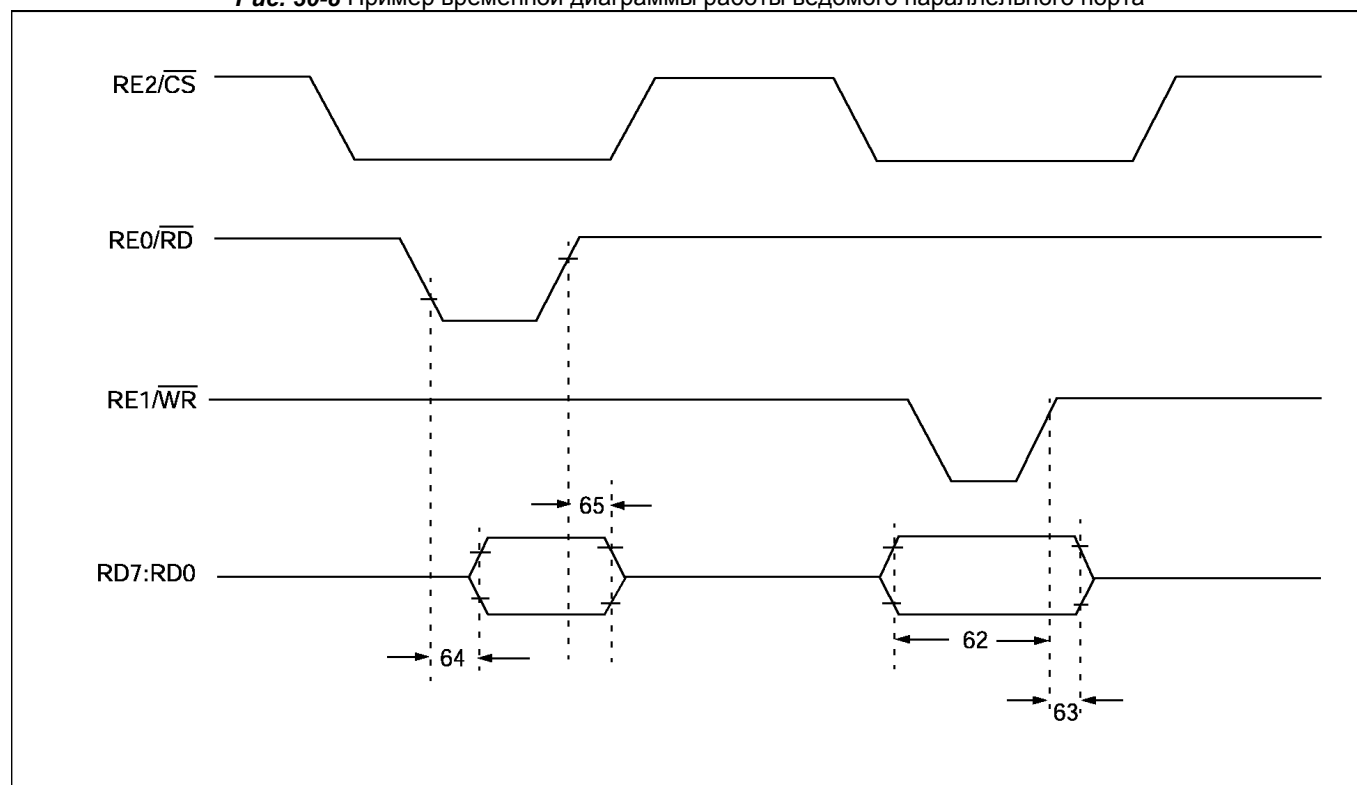


Таблица 30-20 Пример параметров работы ведомого параллельного порта

| № пар. | Обоз.    | Описание                                     | Мин.                        | Тип.** | Макс.                         | Ед.      | Примечание               |
|--------|----------|--|-----------------------------|--------|-------------------------------|----------|--------------------------|
| 62     | TdtV2H   | Установка данных перед -WR↑ или -CS↑         | 20<br>25                    | -      | -                             | нс<br>нс | Только для расшир. диап. |
| 63     | TwrH2dtl | Удержание данных после -WR↑ или -CS↑         | <b>C</b> 20<br><b>LC</b> 35 | -      | -                             | нс<br>нс |                          |
| 64     | TrdL2dtV | Формирование данных после -RD↓ и -CS↓        | -<br>-                      | -      | 80<br>90                      | нс<br>нс | Только для расшир. диап. |
| 65     | TrdH2dtl | Неправильные данные после -RD↑ или -CS↑      | 10                          | -      | 30                            | нс       |                          |
| 66     | TibfINH  | Запрет очистки флага IBF после -WR↑ или -CS↑ | -                           | -      | 3T <sub>cy</sub> <sup>+</sup> |          |                          |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при V<sub>DD</sub>=5.0В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

<sup>+</sup> - Оценочное значение.



## 30.19 Пример временных диаграмм и параметров модуля SSP и MSSP в режиме SPI

Рис. 30-9 Пример временной диаграммы работы в режиме ведущего SPI (CKE=0)

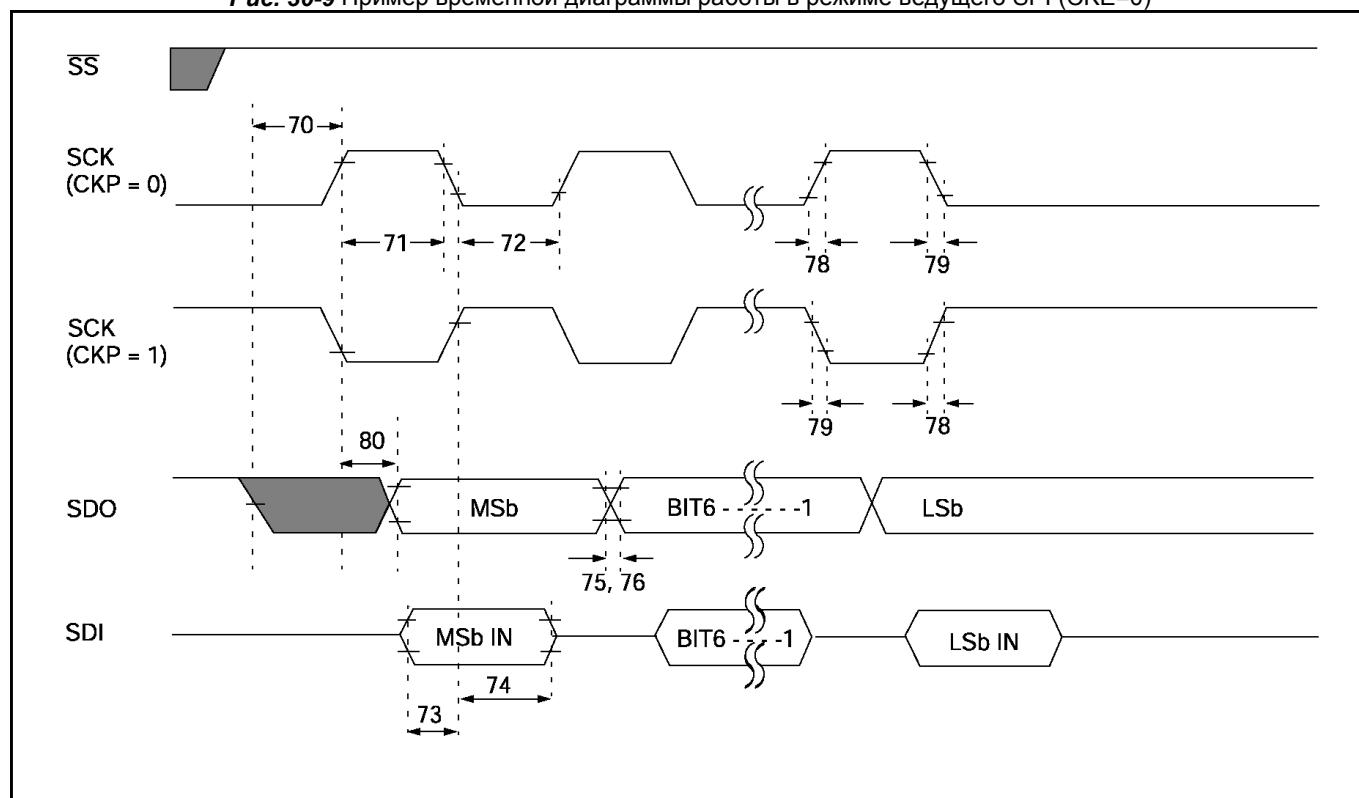


Таблица 30-21 Пример параметров работы в режиме ведущего SPI (CKE=0)

| № пар.    | Обоз.                 | Описание  | Мин.                     | Тип.**                  | Макс.    | Ед.       | Примечание |  |
|-----------|-----------------------|---|--------------------------|-------------------------|----------|-----------|------------|--|
| 70        | TssL2sch,<br>TssL2scl | -SS↓ перед SCK↑ или SCK↓                              | $T_{CY}$                 | -                       | -        | нс        |            |  |
| 71<br>71A | Tsch                  | Высокий ур. сигн. SCK                                 | Непрерыван.<br>Одиночный | $1.25T_{CY} + 30$<br>40 | -<br>-   | нс<br>нс  | (1)        |  |
| 72<br>72A | Tscl                  | Низкий ур. сигн. SCK                                  | Непрерыван.<br>Одиночный | $1.25T_{CY} + 30$<br>40 | -<br>-   | нс<br>нс  | (1)        |  |
| 73        | TdiV2sch,<br>TdiV2scl | Установка данных на входе SDI относительно фронта SCK | 100                      | -                       | -        | нс        |            |  |
| 73A       | $T_{в2в}$             | От послед. фронта байта 1 до перв. фронта байта 2     | $1.25T_{CY} + 30$        | -                       | -        | нс        | (1)        |  |
| 74        | Tsch2diL,<br>TscL2diL | Удержание данных на входе SDI относительно фронта SCK | 100                      | -                       | -        | нс        |            |  |
| 75        | TdoR                  | Длительность переднего фронта на выходе SDO           | C<br>LC                  | -<br>-                  | 10<br>25 | 25<br>45  | нс<br>нс   |  |
| 76        | TdoF                  | Длительность заднего фронта на SDO                    | -                        | -                       | 10       | 25        | нс         |  |
| 78        | TscR                  | Длительность переднего фронта на SCK                  | C<br>LC                  | -<br>-                  | 10<br>25 | 25<br>45  | нс<br>нс   |  |
| 79        | TscF                  | Длит. заднего фронта на SCK (ведущий)                 | -                        | -                       | 10       | 25        | нс         |  |
| 80        | Tsch2doV,<br>TscL2doV | Достоверные данные на SDO после фронта SCK            | C<br>LC                  | -<br>-                  | -<br>-   | 50<br>100 | нс<br>нс   |  |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0V$  @  $25^{\circ}C$ , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечание 1. Необходимо учитывать параметр 73A только, если используются параметры 71A и 72A.

Рис. 30-10 Пример временной диаграммы работы в режиме ведущего SPI (CKE=1)

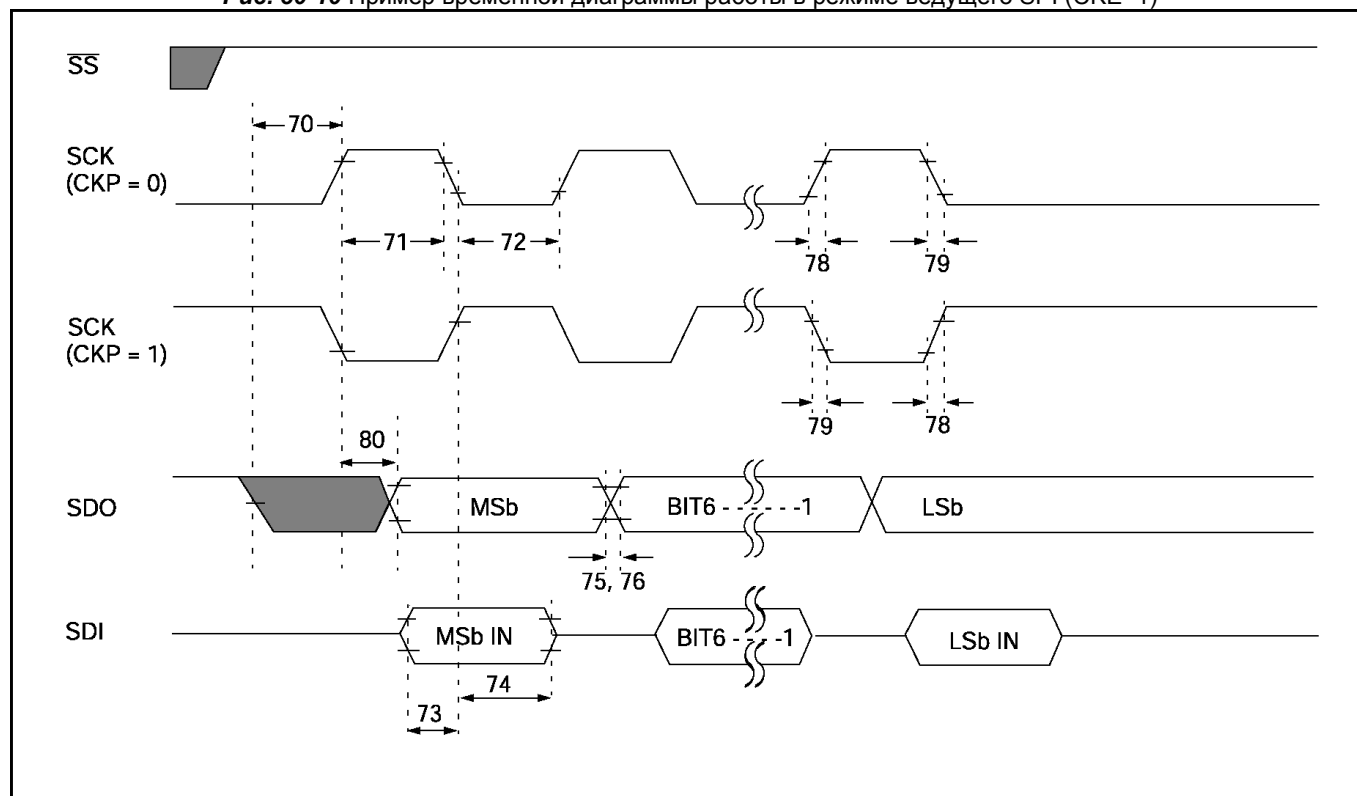


Таблица 30-21 Пример параметров работы в режиме ведущего SPI (CKE=0)

| № пар.    | Обоз.                 | Описание  |                       | Мин.                           | Тип.**   | Макс.     | Ед.      | Примечание |
|-----------|-----------------------|---|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------|----------|------------|
| 71<br>71A | Tsch                  | Высокий ур. сигн. SCK                                 | Непрерыван. Одиночный | 1.25T <sub>cy</sub> + 30<br>40 | -        | -         | нс       | (1)        |
| 72<br>72A | Tscl                  | Низкий ур. сигн. SCK                                  | Непрерыван. Одиночный | 1.25T <sub>cy</sub> + 30<br>40 | -        | -         | нс       | (1)        |
| 73        | TdiV2sch,<br>TdiV2scl | Установка данных на входе SDI относительно фронта SCK |                       | 100                            | -        | -         | нс       |            |
| 73A       | Tв2в                  | От послед. фронта байта 1 до перв. фронта байта 2     |                       | 1.25T <sub>cy</sub> + 30       | -        | -         | нс       | (1)        |
| 74        | Tsch2diL,<br>Tscl2diL | Удержание данных на входе SDI относительно фронта SCK |                       | 100                            | -        | -         | нс       |            |
| 75        | TdoR                  | Длительность переднего фронта на выходе SDO           | <b>C</b><br><b>LC</b> | -<br>-                         | 10<br>25 | 25<br>45  | нс<br>нс |            |
| 76        | TdoF                  | Длительность заднего фронта на SDO                    |                       | -                              | 10       | 25        | нс       |            |
| 78        | TscR                  | Длительность переднего фронта на SCK                  | <b>C</b><br><b>LC</b> | -<br>-                         | 10<br>25 | 25<br>45  | нс<br>нс |            |
| 79        | TscF                  | Длит. заднего фронта на SCK (ведущий)                 |                       | -                              | 10       | 25        | нс       |            |
| 80        | Tsch2doV,<br>Tscl2doV | Достоверные данные на SDO после фронта SCK            | <b>C</b><br><b>LC</b> | -<br>-                         | -<br>-   | 50<br>100 | нс<br>нс |            |
| 81        | TdoV2sch,<br>TdoV2scl | Установка данных на выходе SDO после фронта SCK       |                       | T <sub>cy</sub>                | -        | -         | нс       |            |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при V<sub>DD</sub>=5.0В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечание 1. Необходимо учитывать параметр 73A только, если используются параметры 71A и 72A.

Рис. 30-11 Пример временной диаграммы работы в режиме ведомого SPI (CKE=0)

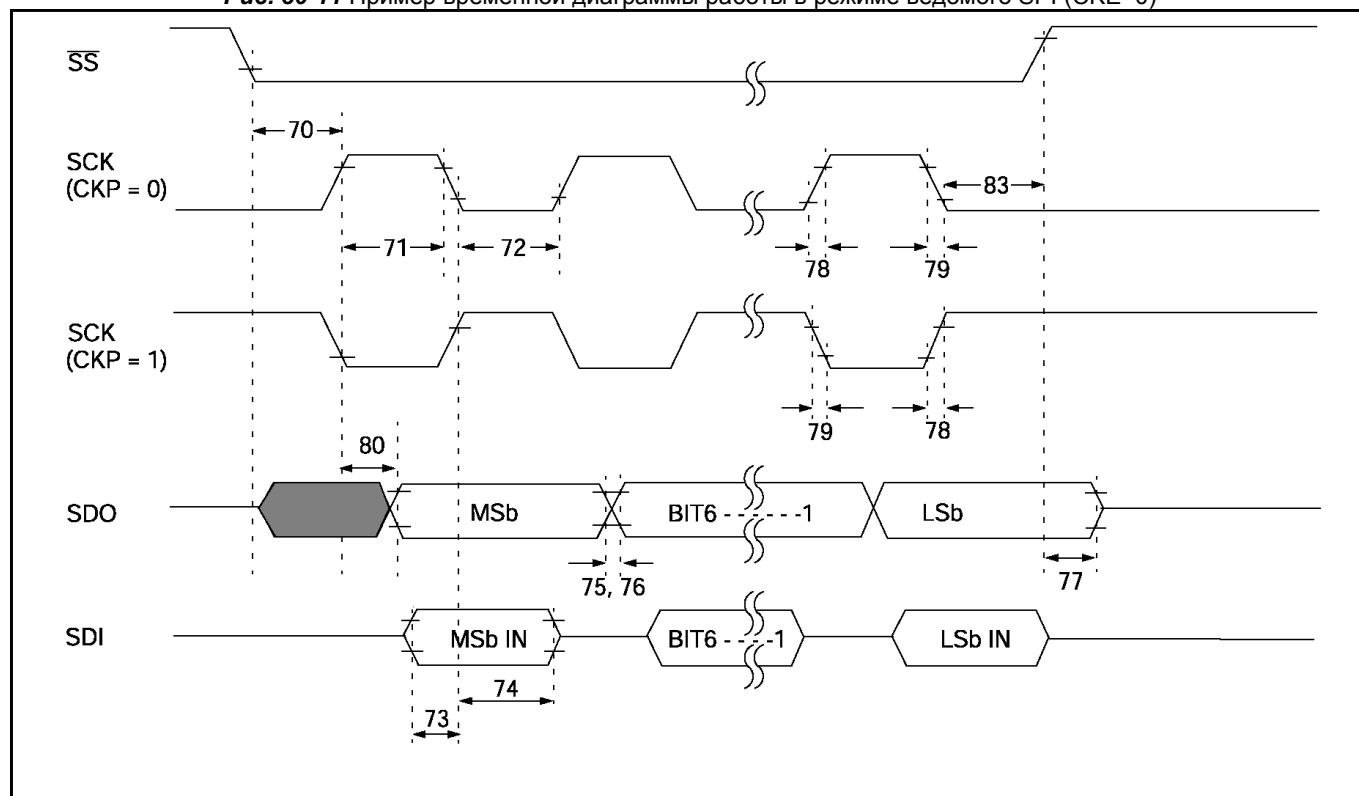


Таблица 30-23 Пример параметров работы в режиме ведомого SPI (CKE=0)

| № пар.    | Обоз.                 | Описание   |                          | Мин.                           | Тип.**   | Макс.     | Ед. | Примечание |
|-----------|-----------------------|--|--------------------------|--------------------------------|----------|-----------|-----|------------|
| 70        | TssL2sch,<br>TssL2scL | -SS↓ перед SCK↑ или SCK↓                                 |                          | T <sub>cy</sub>                | -        | -         | нс  |            |
| 71<br>71A | Tsch                  | Высокий ур. сигн.<br>SCK                                 | Непрерыван.<br>Одиночный | 1.25T <sub>cy</sub> + 30<br>40 | -        | -         | нс  | (1)        |
| 72<br>72A | TscL                  | Низкий ур. сигн. SCK                                     | Непрерыван.<br>Одиночный | 1.25T <sub>cy</sub> + 30<br>40 | -        | -         | нс  | (1)        |
| 73        | TdiV2sch,<br>TdiV2scL | Установка данных на входе SDI<br>относительно фронта SCK |                          | 100                            | -        | -         | нс  |            |
| 73A       | T <sub>B2B</sub>      | От послед. фронта байта 1 до перв.<br>фронта байта 2     |                          | 1.25T <sub>cy</sub> + 30       | -        | -         | нс  | (1)        |
| 74        | Tsch2diL,<br>TscL2diL | Удержание данных на входе SDI<br>относительно фронта SCK |                          | 100                            | -        | -         | нс  |            |
| 75        | TdoR                  | Длительность переднего фронта<br>на выходе SDO           | <b>C</b><br><b>LC</b>    | -<br>-                         | 10<br>25 | 25<br>45  | нс  |            |
| 76        | TdoF                  | Длительность заднего фронта на SDO                       |                          | -                              | 10       | 25        | нс  |            |
| 78        | TscR                  | Длительность переднего фронта<br>на SCK                  | <b>C</b><br><b>LC</b>    | -<br>-                         | 10<br>25 | 25<br>45  | нс  |            |
| 79        | TscF                  | Длит. заднего фронта на SCK (ведущий)                    |                          | -                              | 10       | 25        | нс  |            |
| 80        | Tsch2doV,<br>TscL2doV | Достоверные данные на SDO<br>после фронта SCK            | <b>C</b><br><b>LC</b>    | -<br>-                         | -<br>-   | 50<br>100 | нс  |            |
| 83        | Tsch2ssh,<br>TscL2ssh | SS↑ после фронта SCK                                     |                          | 1.5T <sub>cy</sub> + 40        | -        | -         | нс  |            |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при V<sub>DD</sub>=5.0В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечание 1. Необходимо учитывать параметр 73A только, если используются параметры 71A и 72A.

Рис. 30-12 Пример временной диаграммы работы в режиме ведомого SPI (CKE=1)

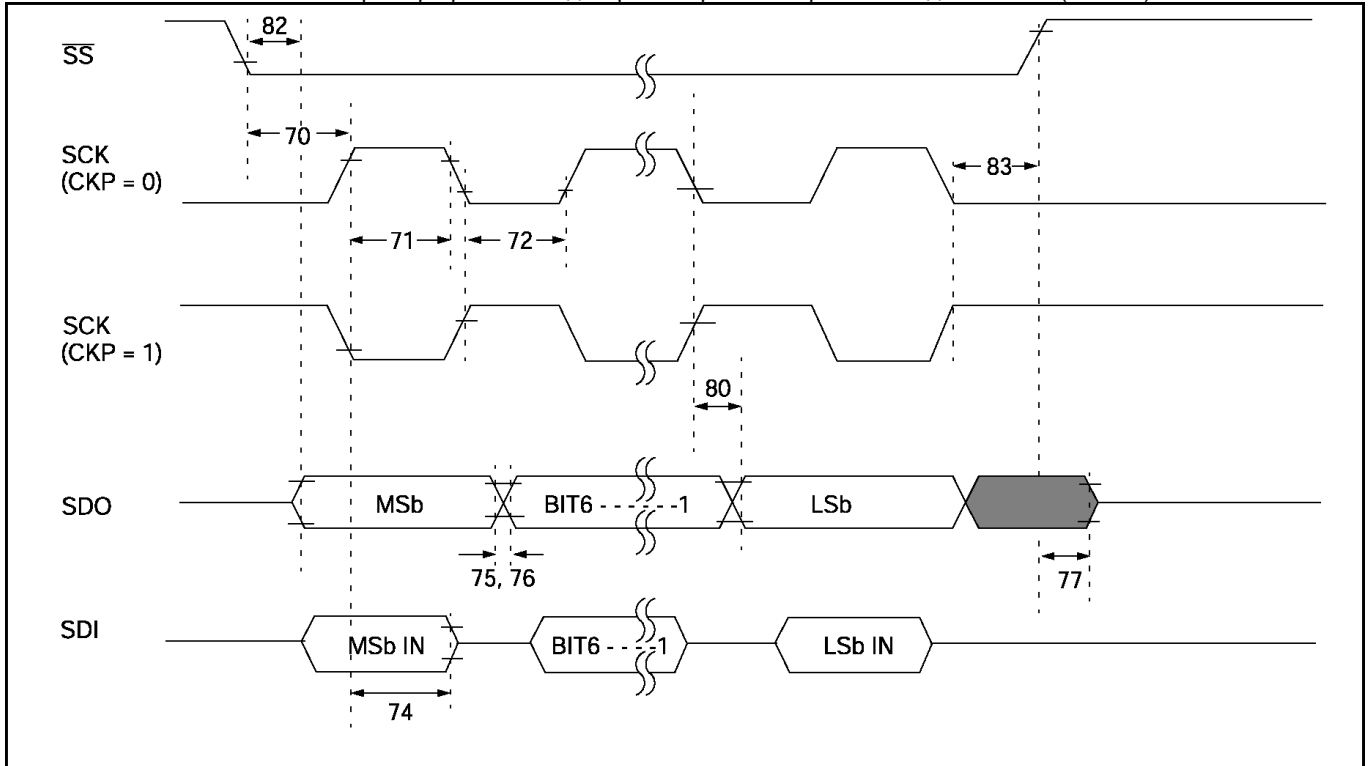


Таблица 30-24 Пример параметров работы в режиме ведомого SPI (CKE=1)

| № пар. | Обоз.                 | Описание  |                       | Мин.                           | Тип.**   | Макс.     | Ед.      | Примечание |
|--------|-----------------------|---|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------|----------|------------|
| 70     | Tssl2sch,<br>Tssl2scl | -SS↓ перед SCK↑ или SCK↓                              |                       | T <sub>cy</sub>                | -        | -         | нс       |            |
| 71     | Tsch                  | Высокий уров. сигн. SCK                               | Непрерыван. Одиночный | 1.25T <sub>cy</sub> + 30<br>40 | -        | -         | нс<br>нс | (1)        |
| 72     | Tscl                  | Низкий уров. сигн. SCK                                | Непрерыван. Одиночный | 1.25T <sub>cy</sub> + 30<br>40 | -        | -         | нс<br>нс | (1)        |
| 73     | TdiV2sch,<br>TdiV2scl | Установка данных на входе SDI относительно фронта SCK |                       | 100                            | -        | -         | нс       |            |
| 73A    | T <sub>в2в</sub>      | От послед. фронта байта 1 до перв. фронта байта 2     |                       | 1.25T <sub>cy</sub> + 30       | -        | -         | нс       | (1)        |
| 74     | Tsch2diL,<br>TscL2diL | Удержание данных на входе SDI относительно фронта SCK |                       | 100                            | -        | -         | нс       |            |
| 75     | TdoR                  | Длительность переднего фронта на выходе SDO           | <b>C</b><br><b>LC</b> | -<br>-                         | 10<br>25 | 25<br>45  | нс<br>нс |            |
| 76     | TdoF                  | Длительность заднего фронта на SDO                    |                       | -                              | 10       | 25        | нс       |            |
| 78     | TscR                  | Длительность переднего фронта на SCK                  | <b>C</b><br><b>LC</b> | -<br>-                         | 10<br>25 | 25<br>45  | нс<br>нс |            |
| 79     | TscF                  | Длит. заднего фронта на SCK (ведущий)                 |                       | -                              | 10       | 25        | нс       |            |
| 80     | Tsch2doV,<br>TscL2doV | Достоверные данные на SDO после фронта SCK            |                       | <b>C</b><br><b>LC</b>          | -<br>-   | 50<br>100 | нс<br>нс |            |
| 82     | Tssl2doV              | Достов. данные на вых. SDO после SS↓                  |                       | <b>C</b><br><b>LC</b>          | -<br>-   | 50<br>100 | нс<br>нс |            |
| 83     | Tsch2ssH,<br>TscL2ssH | SS↑ после фронта SCK                                  |                       | 1.5T <sub>cy</sub> + 40        | -        | -         | нс       |            |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при V<sub>DD</sub>=5.0В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечание 1. Необходимо учитывать параметр 73A только, если используются параметры 71A и 72A.

### 30.20 Пример временных диаграмм и параметров модуля SSP в режиме I<sup>2</sup>C

Рис. 30-13 Пример временной диаграммы формирования битов START/STOP на шине I<sup>2</sup>C

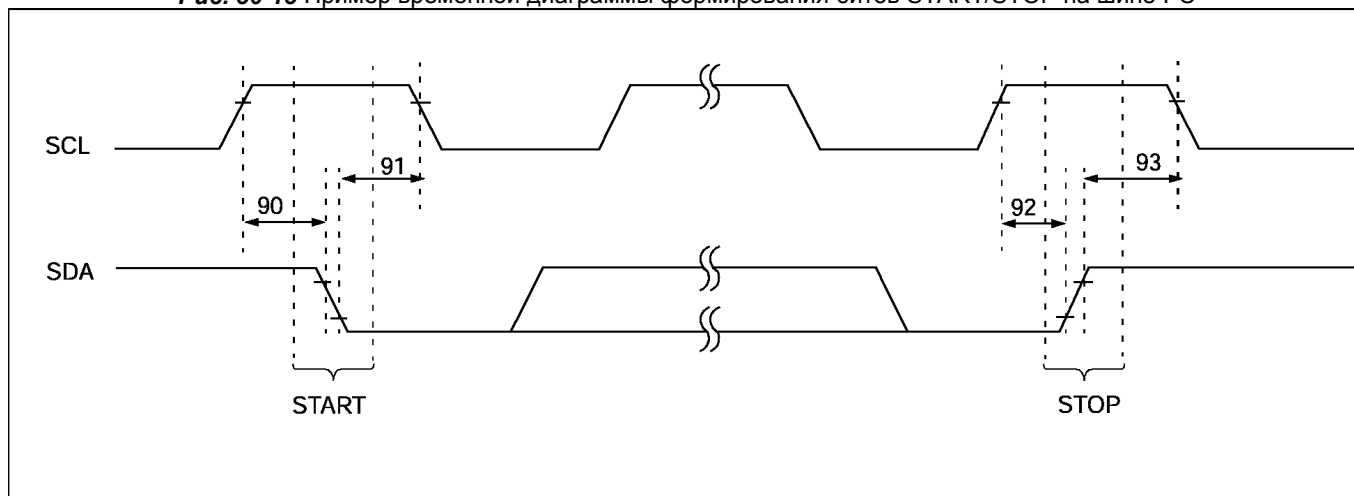
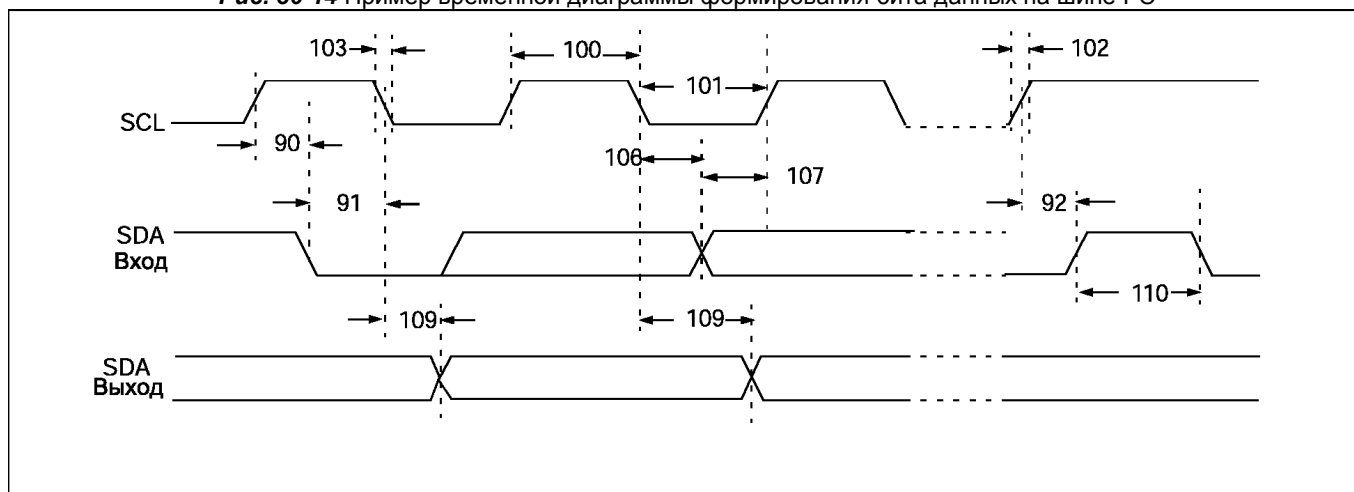


Таблица 30-25 Пример параметров формирования битов START/STOP на шине I<sup>2</sup>C

| № пар. | Обоз.   | Описание                |               | Мин. | Тип.** | Макс. | Ед. | Примечание   |
|--------|---------|-------------------------|---------------|------|--------|-------|-----|--|
| 90     | Tsu:sta | Установка условия START | Режим 100 кГц | 4700 | -      | -     | нс  | Только при формировании бита повторный START       |
|        |         |                         | Режим 400 кГц | 600  | -      | -     |     |  |
| 91     | Thd:sta | Удержание условия START | Режим 100 кГц | 4000 | -      | -     | нс  | После этого форм. первый импульс тактового сигнала |
|        |         |                         | Режим 400 кГц | 600  | -      | -     |     |  |
| 92     | Tsu:sto | Установка условия STOP  | Режим 100 кГц | 4700 | -      | -     | нс  |  |
|        |         |                         | Режим 400 кГц | 600  | -      | -     |     |  |
| 93     | Thd:sto | Удержание условия STOP  | Режим 100 кГц | 4000 | -      | -     | нс  |  |
|        |         |                         | Режим 400 кГц | 600  | -      | -     |     |  |

Рис. 30-14 Пример временной диаграммы формирования бита данных на шине I<sup>2</sup>CТаблица 30-26 Пример параметров формирования бита данных на шине I<sup>2</sup>C

| № пар. | Обоз.          | Описание                                       | Мин.          | Макс.                   | Ед.  | Примечание |  |
|--------|----------------|--|---------------|-------------------------|------|------------|--|
| 100    | Thigh          | Длительность высокого уровня тактового сигнала | Режим 100 кГц | 4.0                     | -    | мкс        | Мин. F <sub>OSC</sub> 1.5МГц                       |
|        |                |  | Режим 400 кГц | 0.6                     | -    | мкс        | Мин. F <sub>OSC</sub> 10МГц                        |
|        |                |  | Модуль SSP    | 1.5T <sub>СУ</sub>      | -    |            |  |
| 101    | Tlow           | Длительность низкого уровня тактового сигнала  | Режим 100 кГц | 4.7                     | -    | мкс        | Мин. F <sub>OSC</sub> 1.5МГц                       |
|        |                |  | Режим 400 кГц | 1.3                     | -    | мкс        | Мин. F <sub>OSC</sub> 10МГц                        |
|        |                |  | Модуль SSP    | 1.5T <sub>СУ</sub>      | -    |            |  |
| 102    | Tr             | Долит. переднего фронта на SDA и SCL           | Режим 100 кГц | -                       | 1000 | нс         |  |
|        |                |  | Режим 400 кГц | 20 + 0.1 C <sub>b</sub> | 300  | нс         | 10пФ ≤ C <sub>b</sub> ≤ 400пФ                      |
| 103    | Tf             | Долит. заднего фронта на SDA и SCL             | Режим 100 кГц | -                       | 300  | нс         |  |
|        |                |  | Режим 400 кГц | 20 + 0.1 C <sub>b</sub> | 300  | нс         | 10пФ ≤ C <sub>b</sub> ≤ 400пФ                      |
| 90     | Tsu:sta        | Установка условия START                        | Режим 100 кГц | 4.7                     | -    | мкс        | Только при формировании бита повторный START       |
|        |                |  | Режим 400 кГц | 0.6                     | -    | мкс        |  |
| 91     | Thd:sta        | Удержание условия START                        | Режим 100 кГц | 4.0                     | -    | мкс        | После этого форм. первый импульс тактового сигнала |
|        |                |  | Режим 400 кГц | 0.6                     | -    | мкс        |  |
| 106    | Thd:dat        | Удержание данных на входе                      | Режим 100 кГц | 0                       | -    | нс         |  |
|        |                |  | Режим 400 кГц | 0                       | 0.9  | мкс        |  |
| 107    | Tsu:dat        | Установка данных на входе                      | Режим 100 кГц | 250                     | -    | нс         | Примечание 2                                       |
|        |                |  | Режим 400 кГц | 100                     | -    | нс         |  |
| 92     | Tsu:sto        | Установка условия STOP                         | Режим 100 кГц | 4.7                     | -    | мкс        |  |
|        |                |  | Режим 400 кГц | 0.6                     | -    | мкс        |  |
| 109    | Taa            | Достоверность сигнала на выходе                | Режим 100 кГц | -                       | 3500 | нс         | Примечание 1                                       |
|        |                |  | Режим 400 кГц | -                       | -    | нс         |  |
| 110    | Tbuf           | Время не занятости шины                        | Режим 100 кГц | 4.7                     | -    | мкс        | Задержка перед новой передачей                     |
|        |                |  | Режим 400 кГц | 1.3                     | -    | мкс        |  |
|        | C <sub>b</sub> | Емкостная нагрузка линии                       |               | -                       | 400  | пФ         |  |

## Примечания:

1. Необходимо выдерживать эту минимальную задержку относительно заднего фронта SCL, чтобы избежать ложное формирование битов START и STOP.
2. Устройства с высокоскоростным режимом обмена (400кГц) могут использоваться в стандартном режиме (100кГц), но требование Tsu:dat ≥ 250нс необходимо выполнять. Это условие автоматически будет выполняться, если не возникает удержания линии SCL в низком логическом уровне. Если возникает удержание линии SCL в низком логическом уровне, то необходимо сформировать бит данных на SDA Tr.max + Tsu:dat = 1000 + 250 = 1250 нс (согласно спецификации I<sup>2</sup>C) прежде, чем SCL будет "отпущена".

### 30.21 Пример временных диаграмм и параметров модуля MSSP в режиме I<sup>2</sup>C

Рис. 30-15 Пример временной диаграммы формирования битов START/STOP на шине I<sup>2</sup>C

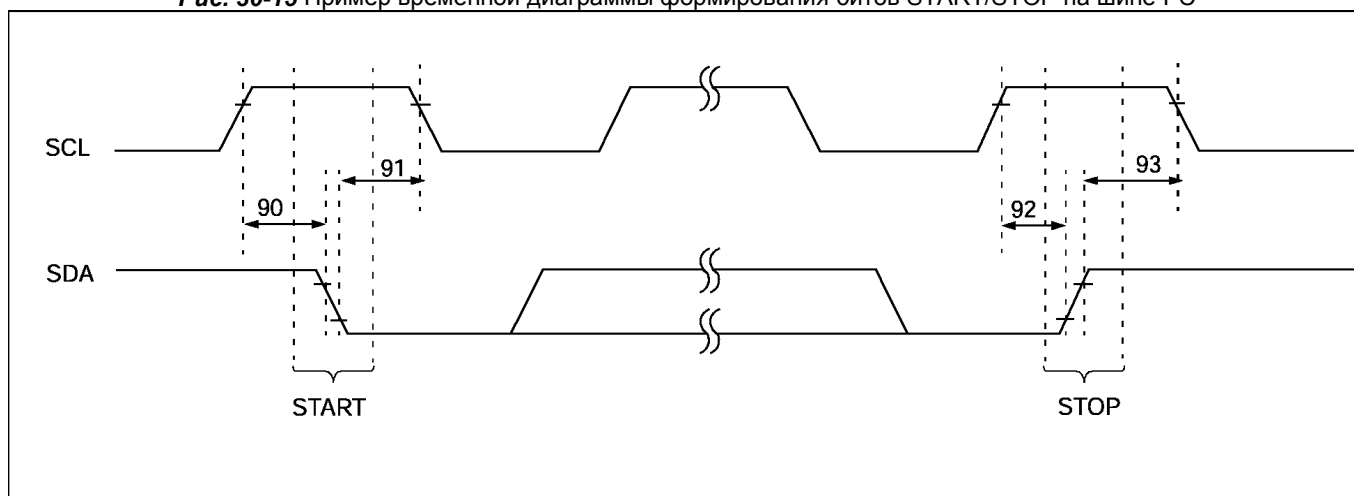
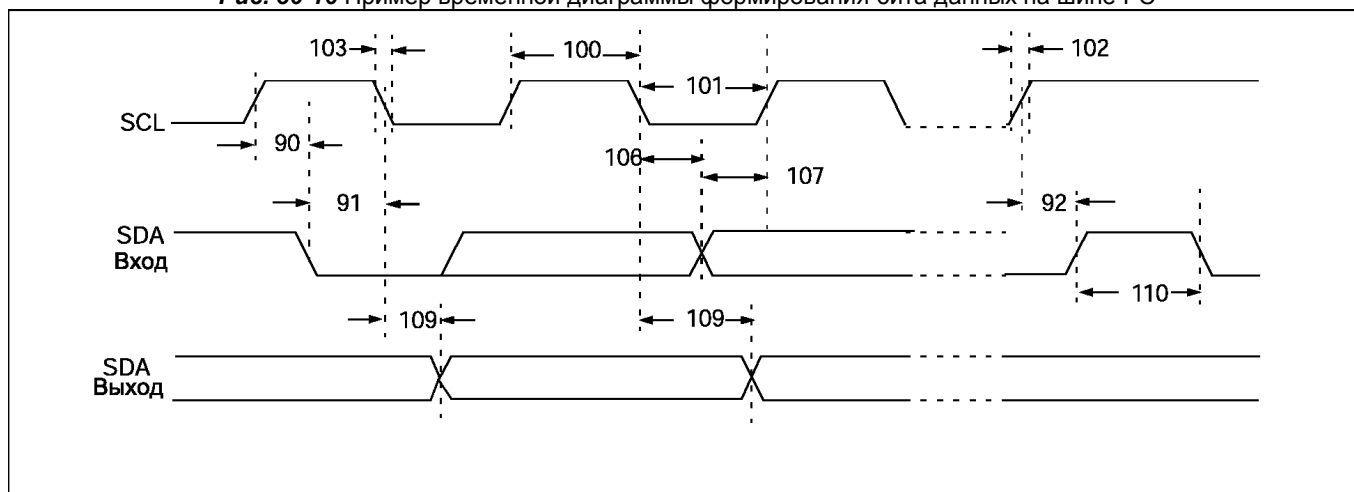


Таблица 30-27 Пример параметров формирования битов START/STOP на шине I<sup>2</sup>C

| № пар. | Обоз.   | Описание                | Мин.                     | Тип.**                | Макс. | Ед. | Примечание |  |
|--------|---------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|-------|-----|------------|--|
| 90     | Tsu:sta | Установка условия START | Режим 100 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -     | -   | нс         | Только при формировании бита повторный START       |
|        |         |                         | Режим 400 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -     | -   |            |  |
|        |         |                         | Режим 1 МГц <sup>†</sup> | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -     | -   |            |  |
| 91     | Thd:sta | Удержание условия START | Режим 100 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -     | -   | нс         | После этого форм. первый импульс тактового сигнала |
|        |         |                         | Режим 400 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -     | -   |            |  |
|        |         |                         | Режим 1 МГц <sup>†</sup> | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -     | -   |            |  |
| 92     | Tsu:sto | Установка условия STOP  | Режим 100 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -     | -   | нс         |  |
|        |         |                         | Режим 400 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -     | -   |            |  |
|        |         |                         | Режим 1 МГц <sup>†</sup> | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -     | -   |            |  |
| 93     | Thd:sto | Удержание условия STOP  | Режим 100 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -     | -   | нс         |  |
|        |         |                         | Режим 400 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -     | -   |            |  |
|        |         |                         | Режим 1 МГц <sup>†</sup> | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -     | -   |            |  |

<sup>†</sup> - Параметры соответствуют требованию проекта (см. рисунок А-11 приложения).

Примечание 1. Максимальная емкость вывода 10пФ (для всех выводов I<sup>2</sup>C).

Рис. 30-16 Пример временной диаграммы формирования бита данных на шине I<sup>2</sup>CТаблица 30-26 Пример параметров формирования бита данных на шине I<sup>2</sup>C

| № пар. | Обоз.   | Описание                                       | Мин.                     | Макс.                 | Ед.  | Примечание |  |
|--------|---------|--|--------------------------|-----------------------|------|------------|--|
| 100    | Thigh   | Длительность высокого уровня тактового сигнала | Режим 100 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
|        |         |  | Режим 400 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
|        |         |  | Режим 1 МГц <sup>1</sup> | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
| 101    | Tlow    | Длительность низкого уровня тактового сигнала  | Режим 100 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
|        |         |  | Режим 400 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
|        |         |  | Режим 1 МГц <sup>1</sup> | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
| 102    | Tr      | Долит. переднего фронта на SDA и SCL           | Режим 100 кГц            | -                     | 1000 | нс         | 10пФ ≤ Cb ≤ 400пФ                                  |
|        |         |  | Режим 400 кГц            | $20 + 0.1 Cb$         | 300  | нс         |  |
|        |         |  | Режим 1 МГц <sup>1</sup> | -                     | 300  | нс         |  |
| 103    | Tf      | Долит. заднего фронта на SDA и SCL             | Режим 100 кГц            | -                     | 300  | нс         | 10пФ ≤ Cb ≤ 400пФ                                  |
|        |         |  | Режим 400 кГц            | $20 + 0.1 Cb$         | 300  | нс         |  |
|        |         |  | Режим 1 МГц <sup>1</sup> | -                     | 100  | нс         |  |
| 90     | Tsu:sta | Установка условия START                        | Режим 100 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        | Только при формировании бита повторный START       |
|        |         |  | Режим 400 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
|        |         |  | Режим 1 МГц <sup>1</sup> | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
| 91     | Thd:sta | Удержание условия START                        | Режим 100 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        | После этого форм. первый импульс тактового сигнала |
|        |         |  | Режим 400 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
|        |         |  | Режим 1 МГц <sup>1</sup> | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
| 106    | Thd:dat | Удержание данных на входе                      | Режим 100 кГц            | 0                     | -    | нс         |  |
|        |         |  | Режим 400 кГц            | 0                     | 0.9  | мкс        |  |
|        |         |  | Режим 1 МГц <sup>1</sup> | TBD                   | -    | нс         |  |
| 107    | Tsu:dat | Установка данных на входе                      | Режим 100 кГц            | 250                   | -    | нс         | Примечание 2                                       |
|        |         |  | Режим 400 кГц            | 100                   | -    | нс         |  |
|        |         |  | Режим 1 МГц <sup>1</sup> | TBD                   | -    | нс         |  |
| 92     | Tsu:sto | Установка условия STOP                         | Режим 100 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
|        |         |  | Режим 400 кГц            | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
|        |         |  | Режим 1 МГц <sup>1</sup> | $2(T_{osc})(BRG+1)^+$ | -    | мкс        |  |
| 109    | Taa     | Достоверность сигнала на выходе                | Режим 100 кГц            | -                     | 3500 | нс         |  |
|        |         |  | Режим 400 кГц            | -                     | 1000 | нс         |  |
|        |         |  | Режим 1 МГц <sup>1</sup> | -                     | -    | нс         |  |
| 110    | Tbuf    | Время не занятости шины                        | Режим 100 кГц            | 4.7*                  | -    | мкс        | Задержка перед новой передачей                     |
|        |         |  | Режим 400 кГц            | 1.3*                  | -    | мкс        |  |
|        |         |  | Режим 1 МГц <sup>1</sup> | TBD                   | -    | мкс        |  |
|        | Cb      | Емкостная нагрузка линии                       | -                        | 400                   | пФ   |            |  |

<sup>+</sup> - Параметры соответствуют требованию проекта (см. рисунок А-11 приложения).

\* - Эти параметры определены, но не протестированы.

Примечания:

1. Максимальная емкость вывода 10пФ (для всех выводов I<sup>2</sup>C).
2. Устройства с высокоскоростным режимом обмена (400кГц) могут использоваться в стандартном режиме (100кГц), но требование  $T_{su:dat} \geq 250$ нс необходимо выполнять. Это условие автоматически будет выполняться, если не возникает удержания линии SCL в низком логическом уровне. Если возникает удержание линии SCL в низком логическом уровне, то необходимо сформировать бит данных на SDA  $T_{r,max} + T_{su:dat} = 1000 + 250 = 1250$  нс (согласно спецификации I2C) прежде, чем SCL будет "отпущена".



### 30.22 Пример временных диаграмм и параметров USART

Рис. 30-17 Пример временной диаграммы работы передатчика USART в ведущем/ведомом синхронном режиме

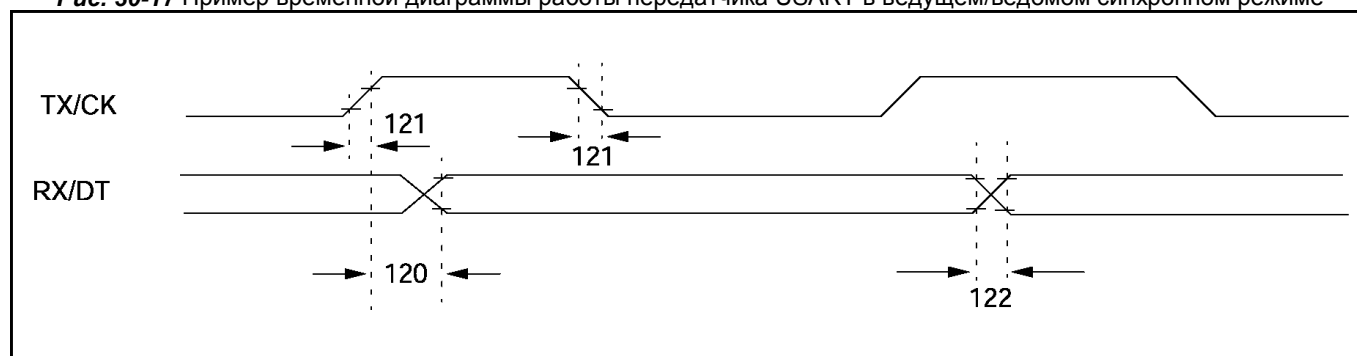


Таблица 30-29 Пример параметров работы передатчика USART в ведущем/ведомом синхронном режиме

| № пар. | Обоз.    | Описание  | Мин. | Тип.** | Макс. | Ед. | Примечание |
|--------|----------|---|------|--------|-------|-----|------------|
| 120    | TckH2dtV | Действ. данные после перехода такт. сигнала в высокий уровень | C    | -      | -     | 80  | нс         |
|        |          |   | LC   | -      | -     | 100 | нс         |
| 121    | Tckrf    | Длительность заднего/переднего фронта такт. сигн. (ведущий)   | C    | -      | -     | 45  | нс         |
|        |          |   | LC   | -      | -     | 50  | нс         |
| 122    | Tdtrf    | Длительность переднего/заднего фронта данных                  | C    | -      | -     | 45  | нс         |
|        |          |   | LC   | -      | -     | 50  | нс         |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0V$  @  $25^{\circ}C$ , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Рис. 30-18 Пример временной диаграммы работы приемника USART в ведущем/ведомом синхронном режиме

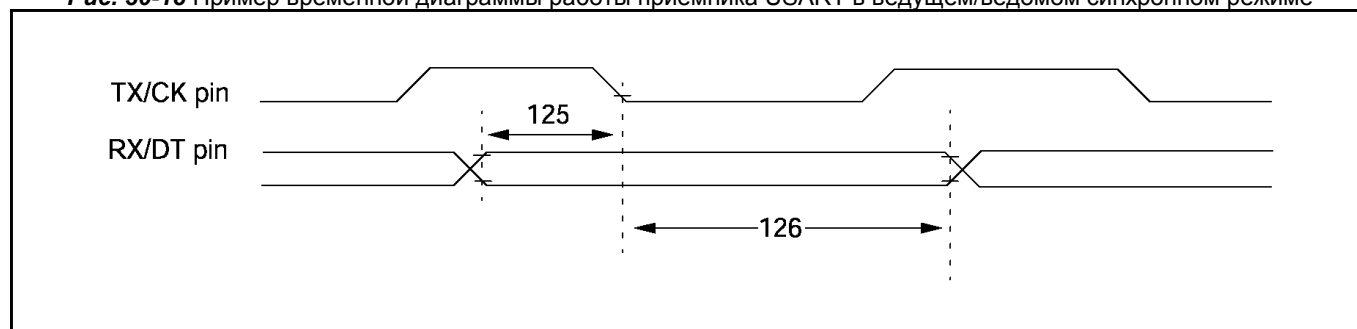


Таблица 30-30 Пример параметров работы приемника USART в ведущем/ведомом синхронном режиме

| № пар. | Обоз.    | Описание                   | Мин. | Тип.** | Макс. | Ед. | Примечание |
|--------|----------|----------------------------|------|--------|-------|-----|------------|
| 125    | TdtV2ckL | Установка данных после СК↓ | 15   | -      | -     | нс  |            |
| 126    | TckL2dl  | Удержание данных после СК↓ | 15   | -      | -     | нс  |            |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0V$  @  $25^{\circ}C$ , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

### 30.23 Пример временных диаграмм и параметров 8 - разрядного АЦП

Таблица 30-31 Пример параметров работы 8 - разрядного АЦП

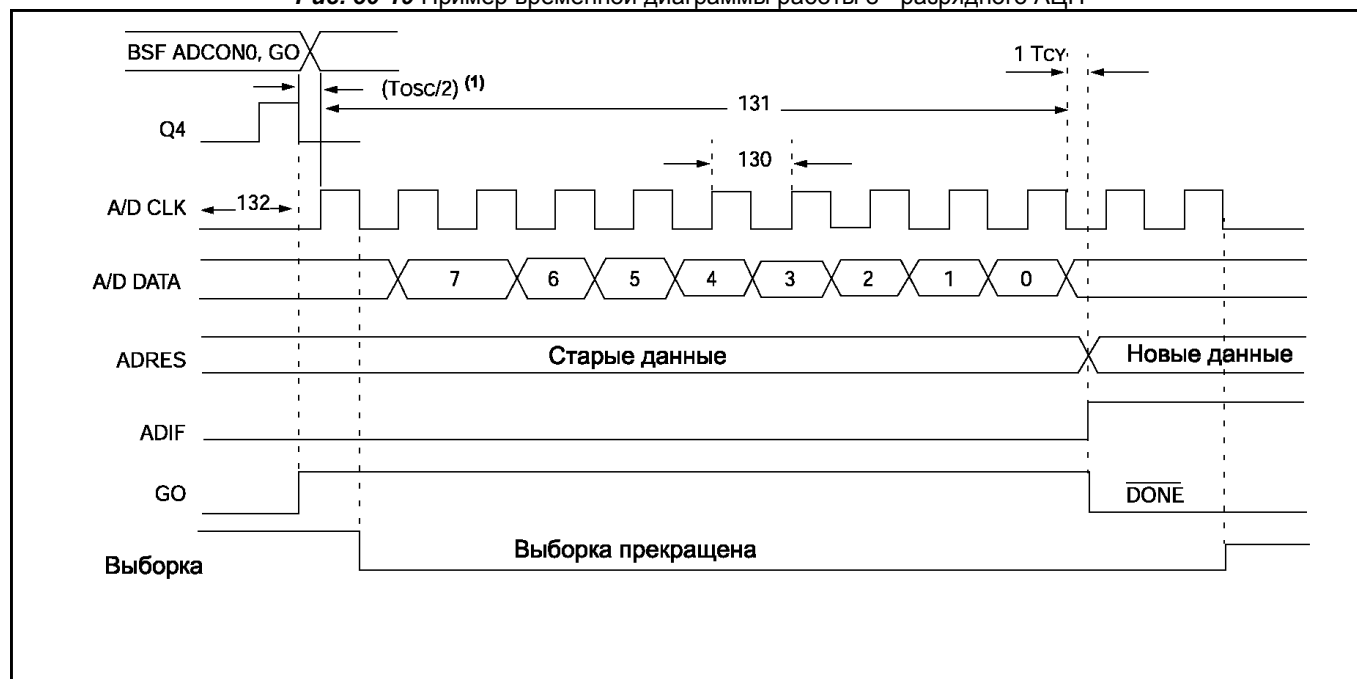
| № пар. | Обоз.            | Описание   | Мин.                  | Тип** | Макс.                  | Ед. | Примечание   |  |
|--------|------------------|--|-----------------------|-------|------------------------|-----|--|--|
| A01    | N <sub>R</sub>   | Разрядность  | -                     | -     | 8                      | бит | $V_{REF} = V_{DD} = 5.12B$ ,<br>$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$ |  |
| A02    | E <sub>ABS</sub> | Абсолютная погрешность   | -                     | -     | $< \pm 1$              | LSb | $V_{REF} = V_{DD} = 5.12B$ ,<br>$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$ |  |
| A03    | E <sub>IL</sub>  | Интегральная погрешность   | -                     | -     | $< \pm 1$              | LSb | $V_{REF} = V_{DD} = 5.12B$ ,<br>$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$ |  |
| A04    | E <sub>DL</sub>  | Дифференциальная погрешность                                     | -                     | -     | $< \pm 1$              | LSb | $V_{REF} = V_{DD} = 5.12B$ ,<br>$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$ |  |
| A05    | E <sub>FS</sub>  | Ошибка полной шкалы  | -                     | -     | $< \pm 1$              | LSb | $V_{REF} = V_{DD} = 5.12B$ ,<br>$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$ |  |
| A06    | E <sub>OFF</sub> | Ошибка смещения  | -                     | -     | $< \pm 2$              | LSb | $V_{REF} = V_{DD} = 5.12B$ ,<br>$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$ |  |
| A10    | -                | Монотонность   | Гарантируется         |       |                        | -   | $V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$                                 |  |
| A20    | V <sub>REF</sub> | Опорное напряжение   | 3.0                   | -     | V <sub>DD</sub> + 0.3  | B   |  |  |
| A25    | V <sub>AIN</sub> | Аналоговый вход  | V <sub>SS</sub> - 0.3 | -     | V <sub>REF</sub> + 0.3 | B   |  |  |
| A30    | Z <sub>AIN</sub> | Сопrotивление источника сигн.                                    | -                     | -     | 10.0                   | кОм |  |  |
| A40    | I <sub>AD</sub>  | Потребляемый ток АЦП   | C                     | -     | 180                    | -   | мкА  | Среднее потребление при включенном АЦП <sup>(1)</sup>  |
|        |                  |  | LC                    | -     | 90                     | -   | мкА  |  |
| A50    | I <sub>REF</sub> | Потребляемый ток от источника опорного напряжения <sup>(2)</sup> | 10                    | -     | 1000                   | -   | мкА  | Во время выборки V <sub>AIN</sub> . Основано на дифференц. значении заряда C <sub>HOLD</sub> до V <sub>AIN</sub> .<br>Во время преобразования. |
|        |                  |  | -                     | -     | 10                     | -   | мкА  |  |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при V<sub>DD</sub>=5.0В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечания:

1. Выключенный модуль АЦП не потребляет тока, кроме токов утечки.
2. Ток со входа V<sub>REF</sub> или V<sub>DD</sub> в зависимости от выбранного источника опорного напряжения.
3. Результат АЦП никогда не уменьшается с увеличением напряжения на входе и не имеет кодов отсутствия напряжения.

Рис. 30-19 Пример временной диаграммы работы 8 - разрядного АЦП



Примечание 1. Если используется внутренний RC генератор для АЦП, то добавляется время  $T_{CY}$  перед запуском АЦП, позволяющее выполнить команду SLEEP.

Таблица 32-34 Пример параметров работы 8 - разрядного АЦП

| № пар. | Обоз.     | Описание                                       | Мин. | Тип.**            | Макс. | Ед.      | Примечание   |   |
|--------|-----------|--|------|-------------------|-------|----------|--------------|---|
| 130    | $T_{AD}$  | Период тактового сигнала АЦП                   | C    | 1.6               | -     | -        | мкс          | Основа $T_{OSC}$ , $V_{REF} \geq 3.0$ В |
|        |           |  | LC   | 3.0               | -     | -        | мкс          | Основа $T_{OSC}$ , $V_{REF} \geq 2.0$ В |
|        |           |  | C    | 2.0               | 4.0   | 6.0      | мкс          | RC генератор АЦП                        |
|        |           |  | LC   | 3.0               | 6.0   | 9.0      | мкс          | RC генератор АЦП                        |
| 131    | $T_{CNV}$ | Время преобразования <sup>(1)</sup>            | 11*  | -                 | 12*   | $T_{AD}$ |              |   |
| 132    | $T_{ACQ}$ | Время выборки                                  | (2)  | 20                | -     | мкс      | Примечание 3 |   |
|        |           |  | 5    | -                 | -     | мкс      |              |   |
| 134    | $T_{GO}$  | Старт преобразования относительно Q4           | -    | $T_{OSC}/2^{***}$ | -     | -        | Примечание 4 |   |
| 136    | $T_{AMP}$ | Время реакции усилителя                        | 1    | -                 | -     | мкс      | Примечание 4 |   |
| 135    | $T_{SWC}$ | Время переключения от преобразования к выборке | -    | -                 | -     |          |              |   |

\* - Эти параметры определены, но не протестированы.

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0$ В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечания:

1. Регистр ADRES может быть прочитан в следующем цикле.
2. Смотрите раздел "8 - разрядное АЦП" для выбора минимального значения.
3. Минимальное время - задержка усилителя. Может использоваться, если напряжение на входе изменилось не более, чем на 1 LSb (т.е. 20мВ @ 5.12В) от последнего измерения.
4. Если используется внутренний RC генератор для АЦП, то добавляется время  $T_{CY}$  перед запуском АЦП, позволяющее выполнить команду SLEEP.

## 30.24 Пример временных диаграмм и параметров 10 - разрядного АЦП

Таблица 30-33 Пример параметров работы 10 - разрядного АЦП

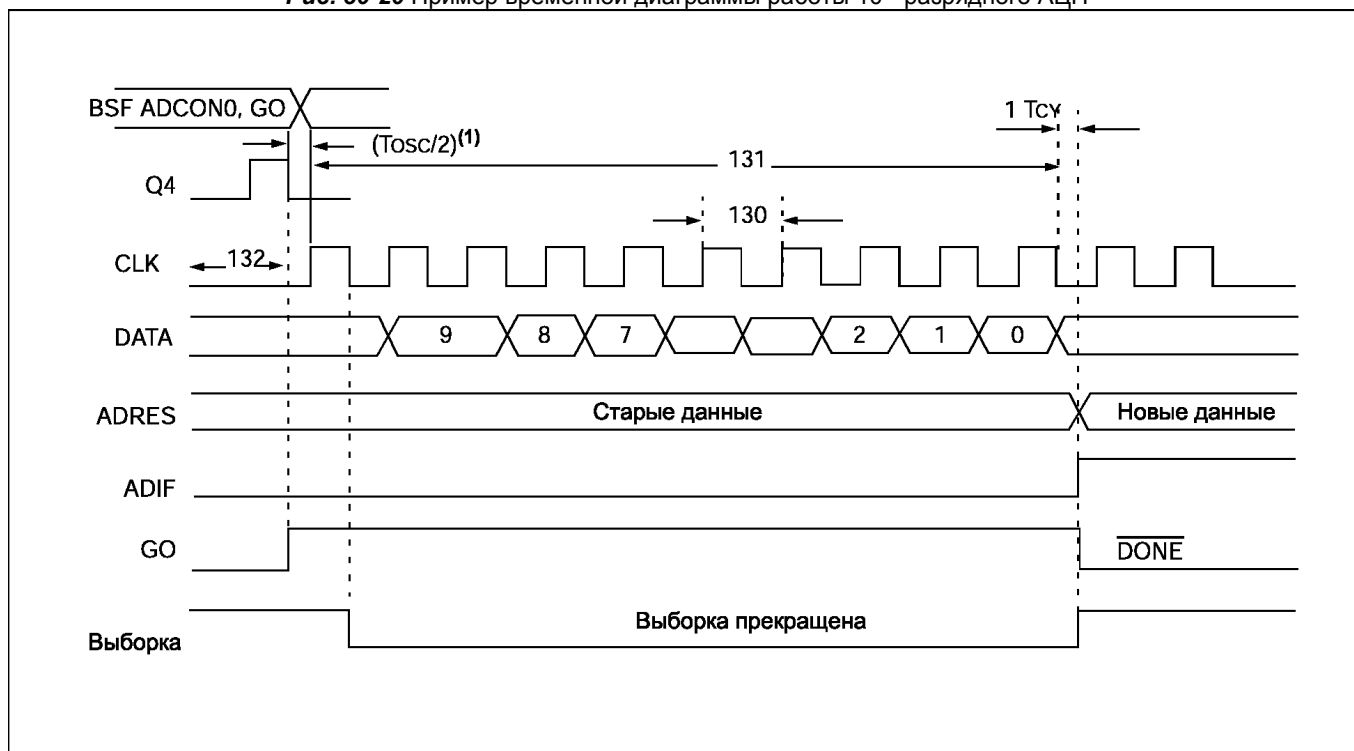
| № пар.      | Обоз.             | Описание   | Мин.                   | Тип** | Макс.                  | Ед. | Примечание   |   |
|-------------|-------------------|--|------------------------|-------|------------------------|-----|--|---|
| A01         | N <sub>R</sub>    | Разрядность  | -                      | -     | 10                     | бит | $V_{REF} = V_{DD} = 5.12В,$<br>$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$  |   |
| A02         | E <sub>ABS</sub>  | Абсолютная погрешность   | -                      | -     | $< \pm 1$              | LSb | $V_{REF} = V_{DD} = 5.12В,$<br>$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$  |   |
| A03         | E <sub>IL</sub>   | Интегральная погрешность   | -                      | -     | $< \pm 1$              | LSb | $V_{REF} = V_{DD} = 5.12В,$<br>$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$  |   |
| A04         | E <sub>DL</sub>   | Дифференциальная погрешность                                     | -                      | -     | $< \pm 1$              | LSb | $V_{REF} = V_{DD} = 5.12В,$<br>$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$  |   |
| A05         | E <sub>FS</sub>   | Ошибка полной шкалы  | -                      | -     | $< \pm 1$              | LSb | $V_{REF} = V_{DD} = 5.12В,$<br>$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$  |   |
| A06         | E <sub>OFF</sub>  | Ошибка смещения  | -                      | -     | $< \pm 2$              | LSb | $V_{REF} = V_{DD} = 5.12В,$<br>$V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$  |   |
| A10         | -                 | Монотонность   | Гарантируется          |       |                        | -   | $V_{SS} \leq V_{AIN} \leq V_{REF}$   |   |
| A20<br>A20A | V <sub>REF</sub>  | Опорное напряжение (V <sub>REF+</sub> -V <sub>REF-</sub> )       | 2.0                    | -     | V <sub>DD</sub> + 0.3  | В   | Для 10 - раз. результата   |   |
| A21         | V <sub>REF+</sub> | Положительное опорное напр.                                      | AV <sub>SS</sub>       | -     | AV <sub>DD</sub> + 0.3 | В   |  |   |
| A22         | V <sub>REF-</sub> | Отрицательное опорное напр.                                      | AV <sub>SS</sub> - 0.3 | -     | AV <sub>DD</sub>       | В   |  |   |
| A25         | V <sub>AIN</sub>  | Аналоговый вход  | AV <sub>SS</sub> - 0.3 | -     | V <sub>REF</sub> + 0.3 | В   |  |   |
| A30         | Z <sub>AIN</sub>  | Сопrotивление источника сигн.                                    | -                      | -     | 10.0                   | кОм |  |   |
| A40         | I <sub>AD</sub>   | Потребляемый ток АЦП   | <b>C</b>               | -     | 180                    | -   | мкА  | Среднее потребление при включенном АЦП <sup>(1)</sup> |
|             |                   |  | <b>LC</b>              | -     | 90                     | -   | мкА  |   |
| A50         | I <sub>REF</sub>  | Потребляемый ток от источника опорного напряжения <sup>(2)</sup> | 10                     | -     | 1000                   | мкА | Во время выборки V <sub>AIN</sub> . Основано на дифференц. значении заряда C <sub>HOLD</sub> до V <sub>AIN</sub> .<br>Во время преобразования. |   |
|             |                   |  | -                      | -     | 10                     | мкА |  |   |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при V<sub>DD</sub>=5.0В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

## Примечания:

1. Выключенный модуль АЦП не потребляет тока, кроме токов утечки.
2. Ток со входа V<sub>REF</sub> или V<sub>DD</sub> в зависимости от выбранного источника опорного напряжения.
3. Результат АЦП никогда не уменьшается с увеличением напряжения на входе и не имеет кодов отсутствия напряжения.

Рис. 30-20 Пример временной диаграммы работы 10 - разрядного АЦП



Примечание 1. Если используется внутренний RC генератор для АЦП, то добавляется время  $T_{CY}$  перед запуском АЦП, позволяющее выполнить команду SLEEP.

Примечание 2. Минимальная задержка RC цепочки (номинальное значение 100нс) включая отсоединение внутреннего конденсатора  $C_{HOLD}$  от аналогового входа.

Таблица 30-34 Пример параметров работы 10 - разрядного АЦП

| № пар. | Обоз.     | Описание                                       | Мин. | Тип.** | Макс. | Ед.      | Примечание         |   |
|--------|-----------|--|------|--------|-------|----------|--------------------|---|
| 130    | $T_{AD}$  | Период тактового сигнала АЦП                   | C    | 1.6    | -     | -        | мкс                | Основа $T_{OSC}$ , $V_{REF} \geq 3.0$ В |
|        |           |  | LC   | 3.0    | -     | -        | мкс                | Основа $T_{OSC}$ , $V_{REF} \geq 2.0$ В |
|        |           |  | C    | 2.0    | 4.0   | 6.0      | мкс                | RC генератор АЦП                        |
|        |           |  | LC   | 3.0    | 6.0   | 9.0      | мкс                | RC генератор АЦП                        |
| 131    | $T_{CNV}$ | Время преобразования <sup>(1)</sup>            | 11*  | -      | 12*   | $T_{AD}$ |                    |   |
| 132    | $T_{ACQ}$ | Время выборки <sup>(3)</sup>                   | 15   | -      | -     | мкс      | от -40°C до +125°C |   |
|        |           |  | 10   | -      | -     | мкс      | от 0°C до +125°C   |   |
| 136    | $T_{AMP}$ | Время реакции усилителя                        | 1    | -      | -     | мкс      | Примечание 5       |   |
| 135    | $T_{SWC}$ | Время переключения от преобразования к выборке | -    | -      | -     |          | Примечание 4       |   |

\* - Эти параметры определены, но не протестированы.

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0$ В @ 25°C, если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечания:

1. Регистр ADRES может быть прочитан в следующем цикле.
2. Смотрите раздел "10 - разрядное АЦП" для выбора минимального значения.
3. Время заряда конденсатора  $C_{HOLD}$  до входного напряжения, когда изменение напряжения соответствует полной шкале (переход от  $AV_{DD}$  к  $AV_{SS}$  или от  $AV_{SS}$  к  $AV_{DD}$ ).
4. В следующем цикле на такте Q4.
5. Минимальное время - задержка усилителя. Может использоваться, если напряжение на входе изменилось не более, чем на 1 LSb (т.е. 20мВ @ 5.12В) от последнего измерения.

### 30.25 Пример временных диаграмм и параметров интегрирующего АЦП

Рис. 30-21 Пример временной диаграммы работы интегрирующего АЦП

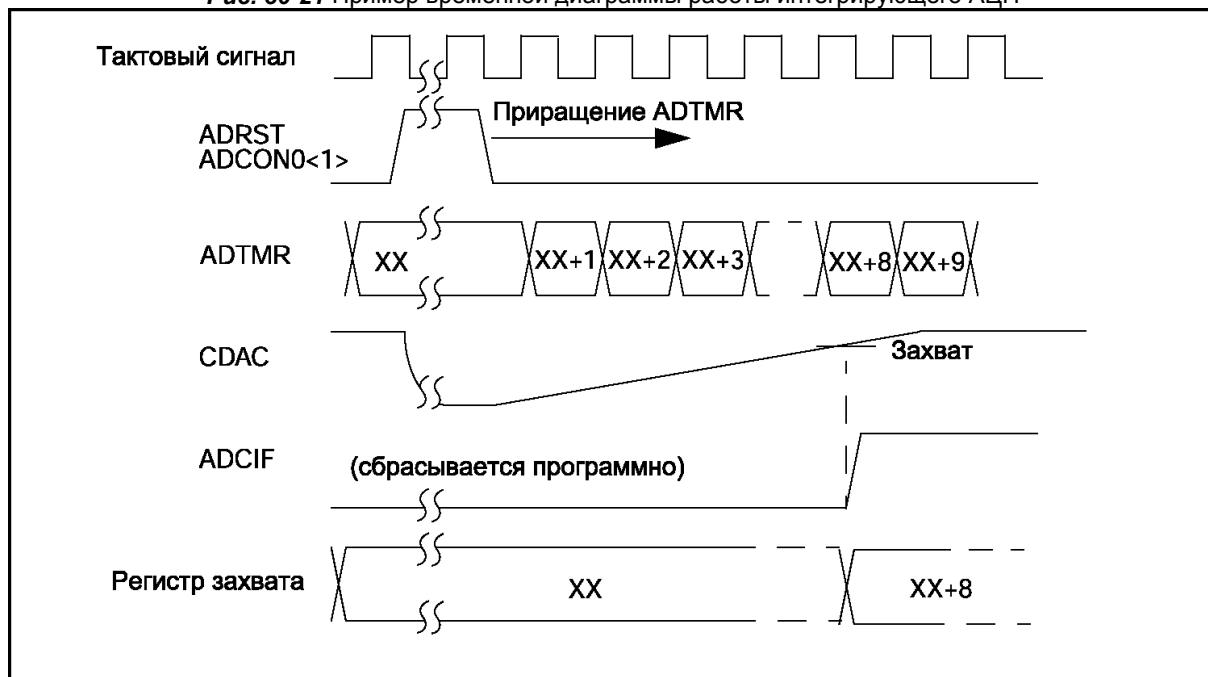


Таблица 30-35 Пример характеристик интегрирующего АЦП

| Характеристики по постоянному току |  | Стандартные рабочие условия (если не указано иное)  |          |        |              |        |   |
|------------------------------------|--|---|----------|--------|--------------|--------|---|
|                                    |  | Температурный диапазон: Коммерческий $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$<br>Промышленный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$<br>Расширенный $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$<br>Параметры напряжения питания смотрите в таблице 30-3. |          |        |              |        |   |
| № пар.                             | Обоз.                                  | Описание  | Мин.     | Тип.** | Макс.        | Ед.    | Примечание  |
|                                    |  | Компаратор АЦП  |          |        |              |        |   |
| A100                               | $V_{AIN}$                              | Диапазон входного сигнала   | $V_{SS}$ | -      | $V_{DD}-1.4$ | В      | В общем режиме<br>$V_{DD} = 5\text{В}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$  |
| A101                               |  | Смещение входа  | -10      | 2      | 10           | мВ     |   |
| A102                               | $G_{DV}$                               | Дифференциальное усиление <sup>(1)</sup>  | -        | 100    | -            | дБ     |   |
| A103                               | CMRR                                   | Фильтрация в общем режиме <sup>(1)</sup>  | -        | 80     | -            | дБ     |   |
| A104                               | RR <sub>ADC</sub>                      | Фильтрация по питанию <sup>(1)</sup>  | -        | 70     | -            | дБ     | $T_A = 25^{\circ}\text{C},$<br>$V_{DDMIN} \leq V_{DD} \leq V_{DDMAX}$   |
|                                    |  | Время реакции   |          |        |              |        |   |
| 140                                | $T_{SET}$                              | Источник опорного напряжения (< 0.1%) <sup>(1)</sup>  | -        | 1      | 10           | мс     | Перевод бита REFOFF в регистре SLPCON из 1 в 0<br>Генератор линейно нарастающего напряжения (REFOFF 1→0), старт.<br>REFOFF = 0, ADCON1<7:4> 0000b → 1111b |
| 141                                |  | Программируемый источник тока (< 0.1%) <sup>(1)</sup>   | -        | 1      | 10           | мс     |   |
| 141A                               |  |   | -        | 1      | 10           | мс     |   |
|                                    |  | Температурные коэффициенты <sup>(1)</sup>   |          |        |              |        |   |
| A110                               | $TC_{BGR}$                             | Источник опорного напряжения  | -        | +50    |              | ppm/°C | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +25^{\circ}\text{C}$<br>$+25^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$  |
| A110A                              |  |   | -        | -50    |              | ppm/°C |   |
| A111                               | $TC_{PCS}$                             | Программ. источник тока   | -        | -20    |              | %/°C   | $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +25^{\circ}\text{C}$<br>$+25^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +70^{\circ}\text{C}$  |
| A112                               | $TC_{kref}$                            | Делитель опорного напряжения  | -        | -0.1   |              | %/°C   | $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +25^{\circ}\text{C}$<br>$+25^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$  |
|                                    |  | Точность калибровки <sup>(3,5)</sup>  |          |        |              |        |   |
| A120                               | CA                                     | Источник опорного напряжения  | -        | 0.01   | -            | %      | $V_{DD} = 5\text{В}, T_A = 25^{\circ}\text{C}$  |
| A121                               | CA <sub>BRG</sub><br>CA <sub>SRV</sub> | Делитель опорного напряжения  | -        | 0.02   | -            | %      |   |
|                                    |  | Чувствительность к напряжению питания <sup>(1)</sup>  |          |        |              |        |   |
| A130                               | SN                                     | Источник опорного напряжения  | -        | 0.04   | -            | %/В    | $V_{DDMIN} \leq V_{DD} \leq V_{DDMAX}$<br>$V_{DDMIN} \leq V_{DD} \leq V_{DDMAX}$<br>$V_{DDMIN} \leq V_{DD} \leq V_{DDMAX}$                                |
| A131                               | SN <sub>BRG</sub><br>SN <sub>PCS</sub> | Программ. источник тока   | -        | 0.2    | -            | %/В    |   |
| A132                               | SN <sub>kref</sub>                     | Делитель опорного напряжения  | -        | 0.02   | -            | %/В    |   |
|                                    |  | Программируемый источник тока   |          |        |              |        |   |
| A140                               | I <sub>RES</sub>                       | Разрешение  | 1.25     | 2.25   | 3.25         | мкА    | 1 Lsb   |
| A141                               | E <sub>IL</sub>                        | Ошибка линейности   | -1/2     |        | +1/2         | Lsb    | CDAC=0B   |

### 30.26 Пример временных диаграмм и параметров модуля LCD

Рис. 30-22 Пример временной диаграммы работы модуля LCD

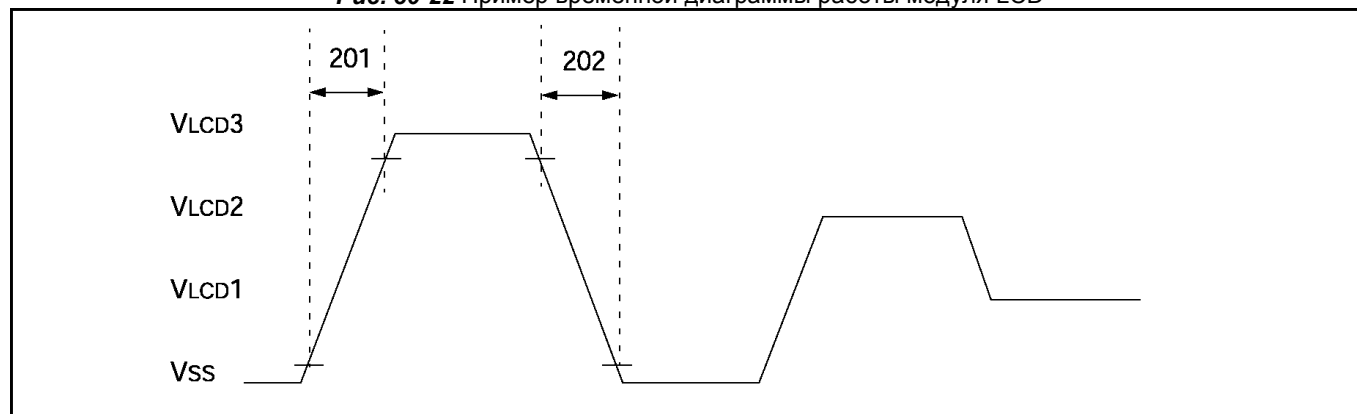


Таблица 30-36 Пример характеристик модуля LCD

| № пар. | Обоз.       | Описание   | Мин.                      | Тип.** | Макс.                     | Ед. | Примечание  |
|--------|-------------|--|---------------------------|--------|---------------------------|-----|---|
| 200    | $F_{LCDRC}$ | Частота RC генератора LCD  | -                         | 14     | 22                        | кГц | $V_{DD} = 5В, -40^{\circ}C \leq T_A \leq +85^{\circ}C$                                    |
| 201    | $T_{rLCD}$  | Длительность переднего фронта сигнала на выходе LCD              | -                         | -      | 200                       | мкс | Нагрузка COM выв. = 5нФ,<br>Нагрузка SEG выв. = 500пФ<br>$V_{DD} = 5В, T_A = 25^{\circ}C$ |
| 202    | $T_{fLCD}$  | Длительность заднего фронта сигнала на выходе LCD <sup>(1)</sup> | $T_{rLCD} - 0.05T_{rLCD}$ | -      | $T_{rLCD} + 0.05T_{rLCD}$ | мкс | Нагрузка COM выв. = 5нФ,<br>Нагрузка SEG выв. = 500пФ<br>$V_{DD} = 5В, T_A = 25^{\circ}C$ |

\*\* - В столбце "Тип." приведены параметры при  $V_{DD}=5.0В @ 25^{\circ}C$ , если не указано иное. Эти параметры являются ориентировочными, используются при разработке устройств и не измеряются.

Примечание 1. Внутренне сопротивление  $V_{LCD}$  0 Ом.



### **30.27 Ответы на часто задаваемые вопросы**

На момент выполнения перевода в оригинальной технической документации вопросы отсутствовали. Если у вас есть вопрос, задайте его, написав нам письмо по адресу [support@microchip.ru](mailto:support@microchip.ru).

### **30.28 Дополнительная литература**

Дополнительная литература и примеры применения, связанные с этим разделом документации. Примеры применения не могут использоваться для всех микроконтроллеров среднего семейства (PIC16CXXX). Как правило, примеры применения написаны для конкретной группы микроконтроллеров, но принципы примеров могут использоваться, сделав незначительные изменения (с учетом существующих ограничений).

Документы, связанные с электрическими характеристиками микроконтроллеров PICmicro MCU:

| Документ | Номер |
|----------|-------|
|----------|-------|

В настоящее время документы не подготовлены

## Уважаемые господа!

ООО «Микро-Чип» поставляет полную номенклатуру комплектующих фирмы **Microchip Technology Inc** и осуществляет качественную техническую поддержку на русском языке.

С техническими вопросами Вы можете обращаться по адресу [support@microchip.ru](mailto:support@microchip.ru)

По вопросам поставок комплектующих Вы можете обращаться к нам по телефонам:

**(095) 963-9601**

**(095) 737-7545**

и адресу [sales@microchip.ru](mailto:sales@microchip.ru)

На сайте

[www.microchip.ru](http://www.microchip.ru)

Вы можете узнать последние новости нашей фирмы, найти техническую документацию и информацию по наличию комплектующих на складе.