

16 Часы реального времени

Блок часов реального времени (RTC, Real-Time Clock) процессора обеспечивает набор свойств цифровых часов, включающий функции будильника, секундомера и индикации текущего времени. Обычно, он используется для реализации либо часов реального времени, либо счётчика жизненного цикла, отсчитывающего время от момента последнего сброса системы.

RTC тактируется внешним кварцевым резонатором 32.768 кГц. Он имеет выделенные выводы питания и не зависит от сброса, что позволяет поддерживать его функционирование даже при выключении питания остальной части процессора.

Сигнал частотой 1 Гц получается путём деления входного тактового сигнала RTC предделителем. Также возможно тактирование “в обход” предделителя; при этом сигнал внешнего кварцевого резонатора частотой 32.768 кГц поступает на RTC напрямую. В обычном режиме работы предделитель включён.

Первичной функцией RTC является точный счёт дней и времени дня, который достигается при помощи четырёх счётчиков:

- счётчик на 60 секунд,
- счётчик на 60 минут,
- счётчик на 24 часа,
- счётчик на 32768 дней.

RTC инкрементирует счётчик секунд один раз в секунду; остальные три счётчика инкрементируются в соответствующие моменты времени. Счётчик дней инкрементируется каждый день в полночь (0 часов, 0 минут, 0 секунд).

Возможна периодическая генерация прерывания каждую секунду, каждую минуту, каждый час или каждый день. Управление каждым из этих прерываний может осуществляться независимо.

RTC обеспечивает две функции будильника, программируемые в регистре будильника RTC (RTC_ALARM). Первая функция – будильник по времени дня (определённому часу, минуте и секунде). Когда прерывание будильника разрешено, RTC генерирует прерывание каждый день в заданное время. Вторая функция будильника позволяет кроме времени дня также задавать конкретный день. Когда прерывание будильника по дню разрешено, RTC генерирует прерывание в заданный день и время. Прерывание будильника и прерывание будильника по дню могут разрешаться и запрещаться независимо.

RTC обеспечивает функцию секундомера, представляющего собой таймер обратного счёта. Количество считаемых секунд программируется в регистре

16 Часы реального времени

счётчика секундомера RTC (RTC_SWCNT). Когда прерывание секундомера разрешено, RTC генерирует прерывание по истечении заданного количества секунд.

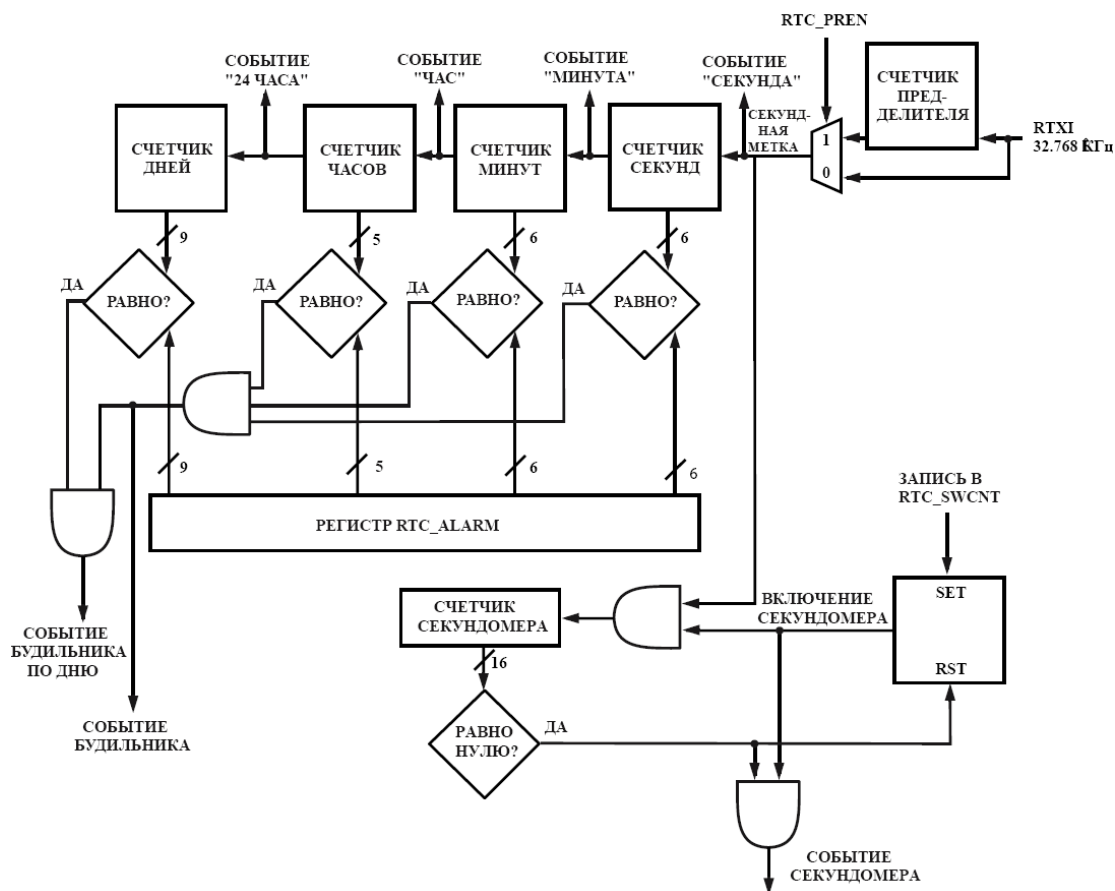


Рис. 16-1. Блок-схема RTC

Интерфейсы

Внешний интерфейс RTC состоит из двух выводов тактового сигнала, которые совместно с внешними компонентами формируют схему опорного генератора. Внутренний интерфейс RTC с системой процессора обеспечивается шиной периферийного доступа (PAB) и контроллером прерываний системы (SIC).

RTC имеет выделенные выводы питания, обеспечивающие постоянную подачу напряжения на внутренние схемы RTC, даже при отключении питания ядра.

Требования к тактовому сигналу RTC

Таймер RTC и регистры RTC, отображённые в карте памяти, тактируются внешним кварцевым резонатором 32.678 кГц. Когда предделитель отключён, регистры RTC, отображённые в карте памяти, тактируются с частотой сигнала

16 Часы реального времени

кварцевого резонатора. Когда предделитель включён, регистры RTC, отображённые в карте памяти, тактируются с частотой 1 Гц.

Программное выключение счётчиков RTC невозможно. Если в отдельно взятой системе использование функций RTC не требуется, счётчики могут быть отключены путём аппаратной привязки выводов RTC (выводы RTXI и RTCGND привязываются к EGND, вывод RTCVDD – к EVDD, вывод RTX0 следует оставить несоединённым). Запись нуля в RTC_PREN также позволяет незначительно снизить потребление мощности.

Модель программирования RTC

Модель программирования RTC включает набор регистров системы, отображённых в карте памяти. Программа осуществляет конфигурирование и определение состояния RTC путём записи и чтения этих регистров. Регистр управления прерываниями RTC (RTC_ICTL) и регистр состояния прерываний RTC (RTC_ISTAT) обеспечивают функции управления прерываниями RTC.

Необходимо отметить, что программное запрещение функций RTC невозможно. Однако любые прерывания RTC могут быть запрещены (маскированы). После сброса все прерывания запрещены. Регистры состояния, отображённые в карте памяти, позволяют определить состояние RTC в любой момент времени.

Основная часть RTC, обеспечивающая первичные функции часов реального времени, показана на рис. 16-3 и состоит из регистров и счётчиков, питание которых осуществляется независимым источником V_{dd} RTC. Эта часть логики RTC никогда не сбрасывается; при первом включении источника напряжения V_{dd} RTC она принимает произвольное состояние.

16 Часы реального времени

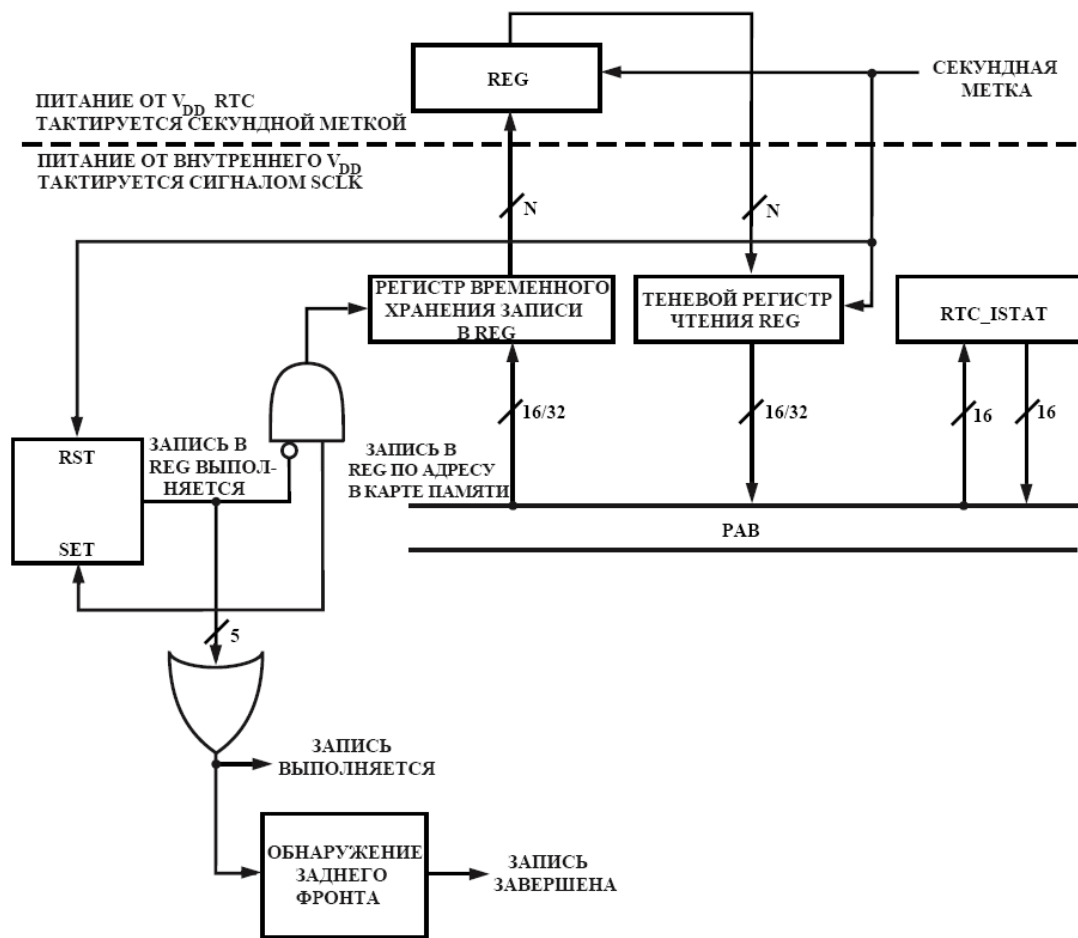


Рис. 16-2. Архитектура регистров RTC

RTC также содержит логику, питание которой осуществляется от того же источника внутреннего напряжения V_{dd} , что и питание ядра процессора и других периферийных устройств. Эта часть RTC включает некоторые функции управления, регистры временного хранения данных, записываемых по PAB, и теневые регистры предварительной выборки данных, читаемых по PAB, для каждого из пяти регистров, которые питаются от V_{dd} RTC. Эта часть логики RTC сбрасывается при сбросе системы и тактируется тем же тактовым сигналом (SCLK), что и остальные периферийные устройства.




На рис. 16-2 показаны связи между регистрами RTC, отображёнными в карте памяти, которые питаются от V_{dd} RTC, и соответствующими регистрами промежуточного хранения записи и теневыми регистрами чтения, которые питаются от внутреннего V_{dd} . “REG” на рисунке обозначает любой из следующих регистров: RTC_STAT, RTC_ALARM, RTC_SWCNT, RTC_ICTL и RTC_PREN. Регистр RTC_ISTAT соединён только с PAB.

Передний фронт тактового сигнала RTC с частотой 1 Гц называется “секундной меткой”. Программа может синхронизироваться с секундной меткой при помощи флага секунды или прерывания секунды (если его генерация разрешена).

16 Часы реального времени

Запись в регистры

Значения, записываемые во все регистры RTC, отображённые в карте памяти, за исключением регистра состояния прерываний RTC (RTC_I_STAT), сохраняются в регистрах промежуточного хранения записи, после чего операция записи синхронизируется с тактовым сигналом RTC частотой 1 Гц. Бит состояния “Запись выполняется” отображает прогресс записи. Он устанавливается при инициации записи и сбрасывается по её завершению. Изменение бита состояния “Запись выполняется” из единицы в ноль вызывает установку флага “Запись завершена” в регистре RTC_I_STAT. В регистре RTC_I_CTL можно задать генерацию прерывания по этому флагу. Программа может, не дожидаясь завершения записи в один из регистров RTC, отображённых в карте памяти, начать запись в другой регистр RTC, отображённый в карте памяти. Бит состояния “Запись выполняется” устанавливается, когда любая операция записи находится в процессе выполнения. Флаг “Запись завершена” устанавливается по завершении всех операций записи.

-  Любая незавершённая к моменту сброса периферии операция записи будет прервана. Не следует прекращать генерацию SCLK (выполнять вход в режим глубокого сна) или подачу внутреннего питания V_{dd} до завершения всех операций записи в регистры RTC.
-  Не пытайтесь выполнить новую запись в регистр до завершения предыдущей записи. Если запись в регистр не завершена, новые операции записи игнорируются.
-  При чтении регистра, выполняемом до установки флага “Запись завершена”, будет возвращено старое значение. Перед попыткой чтения или записи в регистр всегда следует проверять бит состояния “Запись выполняется”.

Задержка записи

Операции записи в регистры RTC, отображённые в карте памяти, синхронизируются с тактовым сигналом RTC частотой 1 Гц. При установке времени дня не следует добавлять величину задержки к значению, записываемому в регистры RTC, отображённые в карте памяти. Для более точной установки часов реального времени можно использовать мониторинг флага секунд (1Гц) или настроить прерывание по секундам и выполнять запись текущего времени в регистр состояния прерываний (RTC_STAT) в программе обслуживания прерывания. Новое значение необходимо задавать до выполнения инкремента. Аппаратные средства RTC добавляют к записанному значению одну секунду (при этом выполняется необходимый перенос в минуты, часы и дни) и загружают инкрементированное значение по следующей секундной метке, когда оно будет соответствовать текущему времени.

16 Часы реального времени

Запись, начатая в любой момент времени, синхронизируется с тактовым сигналом частотой 1 Гц. Операция записи завершается по переднему фронту тактового сигнала. Запись, начатая незадолго до появления секундной метки, может завершиться по следующей секундной метке. Любая операция записи, начатая в интервале 990 мс после секундной метки, будет завершена по следующей секундной метке. Наиболее простым, предсказуемым и рекомендуемым методом синхронизации программы с тактовым сигналом RTC является выполнение записей в RTC_STAT, RTC_ALARM, RTC_SWCNT, RTC_ICTL или RTC_PREN сразу после прерывания по секунде или установки флага события “Секунда”. В одну секунду возможна запись во все пять регистров.

Биты типа W1C в регистре RTC_ISTAT изменяются сразу после записи.

Чтение регистров

При чтении регистров RTC, отображённых в карте памяти, задержки не возникают, так как значения поступают из теневых регистров чтения. Теневые регистры обновляются и готовы к чтению в момент генерации прерывания RTC или установки флага события для данной секунды. После начала подачи сигнала SCLK выполняется процедура инициализация логики, которая питается от внутреннего напряжения V_{dd} . По её завершению чтение регистров RTC, отображённых в карте памяти, в любой момент времени безопасно с точки зрения синхронизации. При чтении всегда возвращаются когерентные значения, однако они могут быть неопределёнными (если чтение выполняется до установки часов реального времени).

Работа RTC в режиме глубокого сна

Когда контроллер динамического управления питанием находится в состоянии глубокого сна, все тактовые сигналы (за исключением RTXI и секундной метки RTC) в системе остановлены. Инкрементирование счётчиков, которые питаются от V_{dd} RTC, в этом состоянии продолжается. Теневые регистры, которые питаются от внутреннего V_{dd} , не обновляются и не могут быть прочитаны.

В состоянии глубокого сна все биты регистра RTC_ISTAT сброшены. События, возникающие при нахождении процессора в режиме глубокого сна, не регистрируются в регистре RTC_ISTAT. Логика управления RTC, питаемая от внутреннего напряжения V_{dd} , генерирует виртуальную секундную метку в течение одного периода RTXI (30.52 мкс) после восстановления подачи SCLK. При этом в теневые регистры загружаются своевременные значения, и устанавливается флаг события “Секунда”. Также могут быть установлены флаги других событий. Когда система выводится из глубокого сна либо по событию RTC, либо при аппаратном сбросе, в регистре RTC_ISTAT устанавливаются биты, соответствующие всем событиям RTC, произошедшим в эту (и только в эту) секунду.

16 Часы реального времени

Необходимость выполнения операции W1C в биты регистра RTC_ISTAT при выводе системы из состояния глубокого сна отсутствует, так как они уже сброшены аппаратно. По завершении процедуры перезапуска логики, которая питается от внутреннего напряжения V_{dd} , устанавливается флаг события “Секунда”. Программа должна ожидать установки этого флага перед началом чтения или записи любого регистра RTC.

Включение предделителя

Запись в единственный активный бит регистра включения предделителя RTC (RTC_PREN) выполняется синхронно. Сброс бита синхронизируется с тактовым сигналом частотой 32.768 кГц. Синхронизация с более быстрым сигналом позволяет переводить модуль в высокоскоростной режим (режим работы в обход предделителя), не дожидаясь секундной метки.

При установке бита RTC_PREN первый положительный фронт тактового сигнала частотой 1 Гц формируется через 1-2 такта тактового сигнала частотой 32.768 кГц после включения предделителя. При включении/отключении счётчика предделителя прерывание/бит состояния “Запись завершена” работает в обычном режиме. Новая тактовая частота RTC становится действительной до установки бита состояния “Запись завершена”.

Флаги событий

- ⊘ Так как при включении питания в регистрах содержатся неизвестные значения, флаги событий могут устанавливаться до записи достоверного значения в каждый из регистров. При синхронизации по секундной метке запись в регистр RTC_STAT может произойти на секунду раньше записи в регистр RTC_ALARM. Это вызовет дополнительную секунду задержки между моментами, в которые значения RTC_STAT и RTC_ALARM становятся истинными, в случае, если при выходе из состояния сброса значения RTC_ALARM и RTC_STAT совпадают. Перед использованием прерываний и флагов, связанных со значениями этих регистров, следует дождаться завершения записи в них.

Ниже приводится список флагов и условий, при которых эти флаги достоверны:

- Флаг события “Секунда (1 Гц)”

Всегда устанавливается по положительному фронту тактового сигнала частотой 1 Гц и при обновлении теневых регистров после выхода из режима глубокого сна. Он достоверен, пока подаётся тактовый сигнал RTC частотой 1 Гц. Используйте этот флаг или прерывание для подтверждения других флагов.

- Запись завершена

16 Часы реального времени

Всегда достоверен

- Запись выполняется

Всегда достоверен

- Флаг события “Минута”

Достоверен только после того, как становится достоверным поле секунд в регистре RTC_STAT. Перед использованием значения этого флага или разрешением соответствующего прерывания необходимо проверить достоверность значения регистра RTC_STAT при помощи прерываний или флагов “Запись завершена” и “Запись выполняется”.

- Флаг события “Час”

Достоверен только после того, как становится достоверным поле минут в регистре RTC_STAT. Перед использованием значения этого флага или разрешением соответствующего прерывания необходимо проверить достоверность значения регистра RTC_STAT при помощи прерываний или флагов “Запись завершена” и “Запись выполняется”.

- Флаг события “24 часа”

Достоверен только после того, как становится достоверным поле часов в регистре RTC_STAT. Перед использованием значения этого флага или разрешением соответствующего прерывания необходимо проверить достоверность значения регистра RTC_STAT при помощи прерываний или флагов “Запись завершена” и “Запись выполняется”.

- Флаг события секундомера

Достоверен только после того, как становится достоверным значение регистра RTC_SWCNT. Перед использованием значения этого флага или разрешением соответствующего прерывания необходимо проверить достоверность значения регистра RTC_SWCNT при помощи прерываний или флагов “Запись завершена” и “Запись выполняется”.

- Флаг события будильника

Достоверен только после того, как становятся достоверными значение регистров RTC_STAT и RTC_ALARM. Перед использованием значения этого флага или разрешением соответствующего прерывания необходимо подтвердить достоверность значений регистров RTC_STAT и RTC_ALARM при помощи прерываний или флагов “Запись завершена” и “Запись выполняется”.

16 Часы реального времени

- Флаг события будильника по дню

Так же как и для будильника.

Значения, записываемые одновременно в начале одной и той же секунды, становятся действительными одновременно по следующей секундной метке. Последовательность действий, приведённая ниже, является безопасной с точки зрения синхронизации и не приводит к появлению спонтанных прерываний, вызываемых предыдущим состоянием часов.

1. Дождитесь секундной метки.
2. Сбросьте флаги будильника, будильника по дню, секундомера и/или интервалов времени записью единиц в соответствующие биты регистра RTC_ISTAT.
3. Запишите новые значения в регистры RTC_STAT, RTC_ALARM и/или RTC_SWCNT.
4. Разрешите прерывания будильника, будильника по дню, секундомера и/или по интервалам времени записью нового значения в регистр RTC_ICTL.
5. Дождитесь секундной метки.
6. Новые значения становятся действительными одновременно.

Прерывания

RTC может формировать прерывания по нескольким программируемым интервалам:

- по секунде,
- по минуте,
- по часу,
- по дню,
- по завершению счёта от заданного значения,
- ежедневно в определённое время,
- по определённому дню и времени.

RTC может быть настроен на генерацию прерываний по завершению всех выполняемых записей в регистры, синхронизируемые секундной меткой (RTC_STAT, RTC_ALARM, RTC_SWCNT, RTC_ICTL и RTC_PREN). Возможно индивидуальное запрещение или разрешение прерываний при помощи регистра управления прерываниями RTC (RTC_ICTL). Состояние прерываний можно определить путём чтения регистра состояния прерываний RTC (RTC_ISTAT).

Прерывание RTC устанавливается всякий раз, когда разрешённое в регистре RTC_ICTL событие фиксируется регистром RTC_ISTAT. Активное прерывание RTC сбрасывается всякий раз, когда сбрасываются все разрешённые и установленные биты в регистре RTC_ISTAT или при сбросе всех битов регистра RTC_ICTL, соответствующих активному прерыванию.

Как показано на рис. 16-3, RTC генерирует запрос прерывания (IRQ) на обслуживание события ядром процессора и вывод процессора из состояния сна.

16 Часы реального времени

RTC генерирует отдельные прерывания для вывода из состояния глубокого сна и для вывода из состояния выключенного внутреннего питания V_{dd} . Сигнал вывода из состояния глубокого сна устанавливается по секундной метке при возникновении события любого интервала времени RTC, разрешённого в регистре RTC_ICTL. По сигналу вывода из состояния глубокого сна возобновляется подача тактовых сигналов системы (SCLK) и ядра процессора (CCLK). Любое событие, вызывающее установление сигнала вывода из состояния глубокого сна, также вызывает IRQ RTC при возобновлении подачи SCLK.

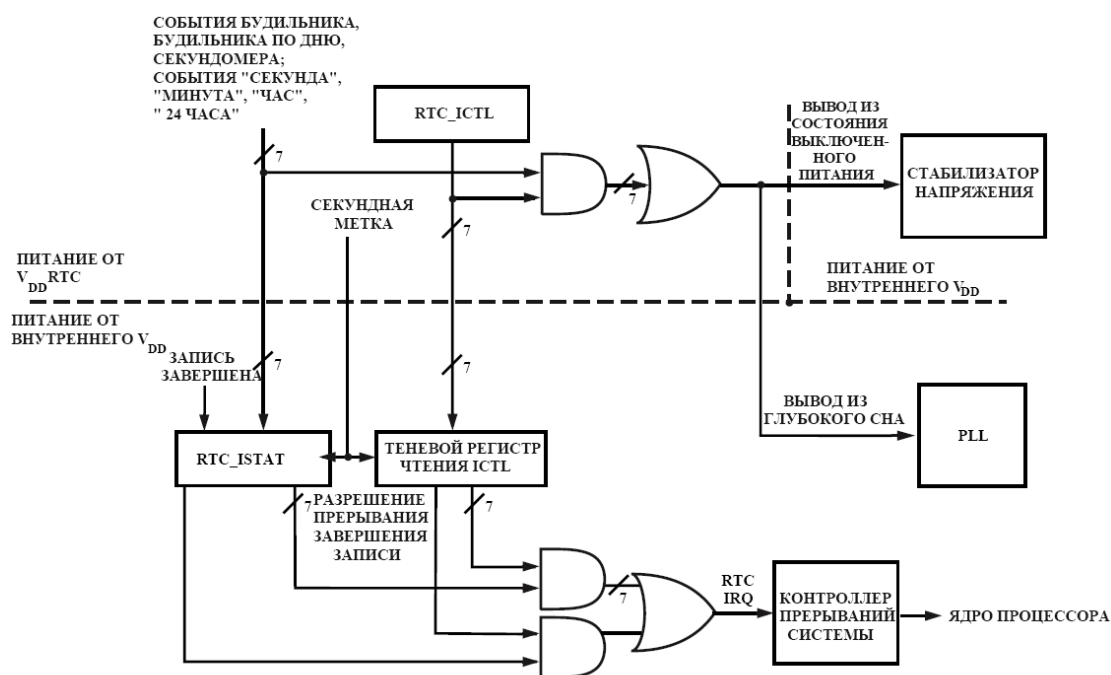


Рис. 16-3. Структура прерываний RTC

Регистр RTC_STAT

Регистр состояния RTC (RTC_STAT) используется для чтения или записи текущего времени. При чтении возвращается 32-разрядное значение, которое всегда отражает текущее состояние счётчиков дней, часов, минут и секунд. Для чтения и записи должны использоваться 32-разрядные транзакции; попытка выполнить 16-разрядную транзакцию вызывает ошибку доступа к регистру, отображённую в карте памяти. При чтении всегда возвращается когерентное 32-разрядное значение. Поля часов, минут и секунд обычно задаются в соответствии с реальным временем суток. Значение счётчика дней инкрементируется каждый день в полночь и отображает количество дней с момента последней модификации его значения. Значения счётчика дней не соответствуют реальным календарным дням. Диапазон значений 15-разрядного счётчика дней составляет 89 лет и 260 или 261 день (в зависимости от числа високосных лет).

16 Часы реального времени

Запись значения текущего времени в регистр RTC_STAT следует выполнять по секундной метке. По следующей секундной метке регистр RTC_STAT примет новое значение, равное инкрементированному записанному значению. Например:

1. Дождитесь секундной метки.
2. Выполните чтение RTC_STAT. Возвращаемое значение – 10:45:30.
3. Запишите в RTC_STAT значение текущего времени, 13:10:59.
4. Выполните чтение RTC_STAT. Возвращаемое значение, по-прежнему, равно 10:45:30.
5. Дождитесь секундной метки.
6. Выполните чтение RTC_STAT. При этом возвратится значение нового текущего времени, 13:11:00.

Регистр состояния RTC (RTC_STAT)

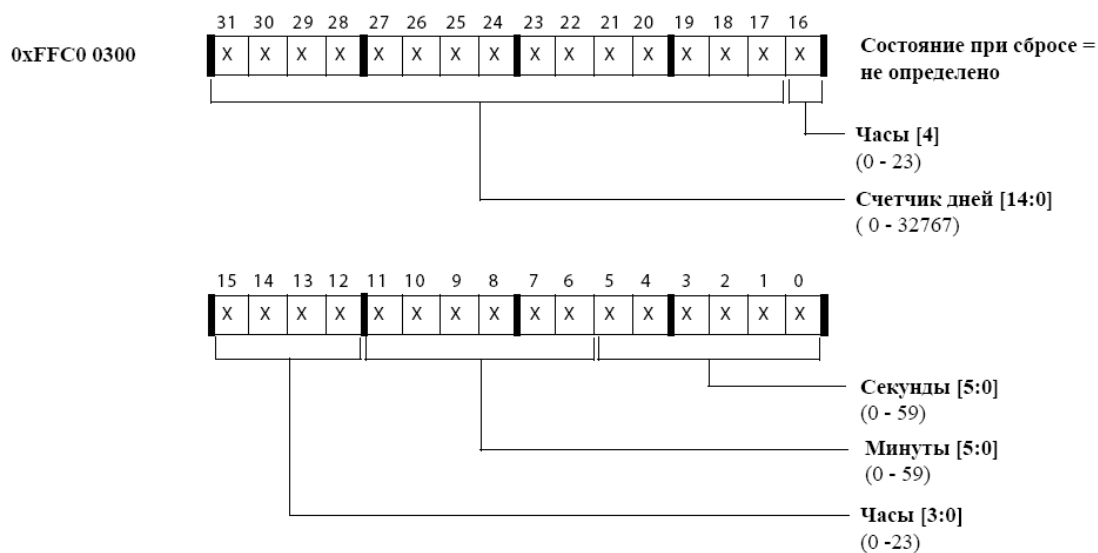


Рис. 16-4. Регистр состояния RTC

Регистр RTC_ICTL

В регистре управления прерываниями RTC (RTC_ICTL) могут индивидуально маскироваться или разрешаться восемь прерываний RTC. Прерывание по секундам (если оно разрешено) генерируется по каждой секундной метке. Прерывание по минутам генерируется по секундной метке, по которой значение счётчика секунд изменяется из 59 в 0. Прерывание по часам генерируется по секундной метке, по которой значение счётчика минут изменяется из 59 в 0. Прерывание по 24 часам происходит один раз в 24 часа по секундной метке, по которой значение поля времени переходит в 00:00:00 (полночь). Любое из этих прерываний (если оно разрешено) может генерировать запрос вывода процессора из состояний глубокого сна и выключенного внутреннего питания V_{dd} . Все незарезервированные биты регистра доступны для чтения и записи.

16 Часы реального времени

- ⊘ При сбросе в этом регистре сбрасываются не все биты; таким образом, изначально некоторые прерывания могут быть разрешены. Однако прерывание RTC и сигнал вывода PLL из ожидания маскируются (принудительно переводятся в состояние низкого логического уровня) до завершения первой записи в регистр RTC_ICTL. Поэтому все прерывания после сброса системы неактивны, несмотря на то, что при чтении регистра RTC_ICTL некоторые биты возвращаемого слова могут быть не равны нулю. Если необходимость использования прерываний RTC сразу после сброса отсутствует, рекомендуется записать в RTC_ICTL значение 0x0000, чтобы поведение последующих операций типа “запись-модификация-чтение” совпадало с ожидаемым.

Регистр управления прерываниями RTC (RTC_ICTL)

0 - прерывание запрещено, 1 - прерывание разрешено

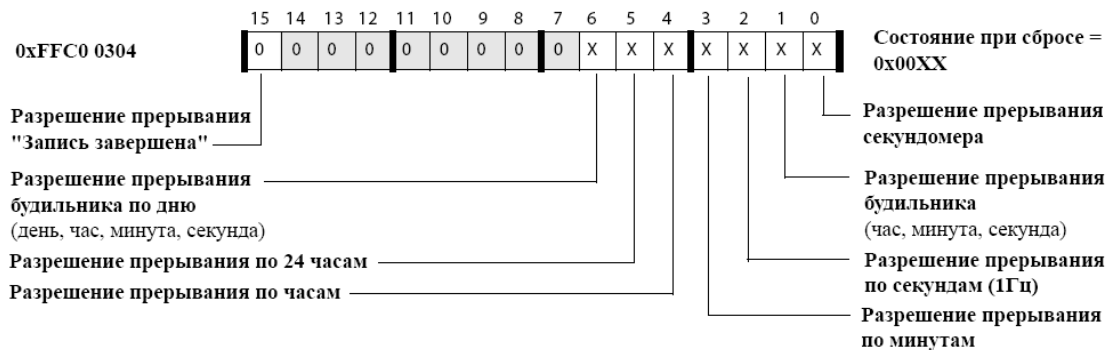


Рис. 16-5. Регистр управления прерываниями

Регистр RTC_ISTAT

Регистр состояния прерываний (RTC_ISTAT) отображает состояние всех прерываний RTC. Биты этого регистра являются "защёлкивающимися". После того, как бит устанавливается соответствующим событием, он остаётся в таком состоянии пока не будет сброшен программной записью в этот регистр. Флаги событий устанавливаются всегда; они не маскируются битами разрешения прерываний регистра RTC_ICTL. Все флаги, за исключением бита состояния “Запись выполняется”, доступны только для чтения, сбрасываются записью единицы в соответствующую позицию регистра. Запись нуля в любой бит регистра не изменяет его содержимого. Сброс регистра выполняется при сбросе процессора и при нахождении в состоянии глубокого сна.

16 Часы реального времени

Регистр состояния прерываний RTC (RTC_ISTAT)

Все биты, за исключением бита 14, имеют тип W1C

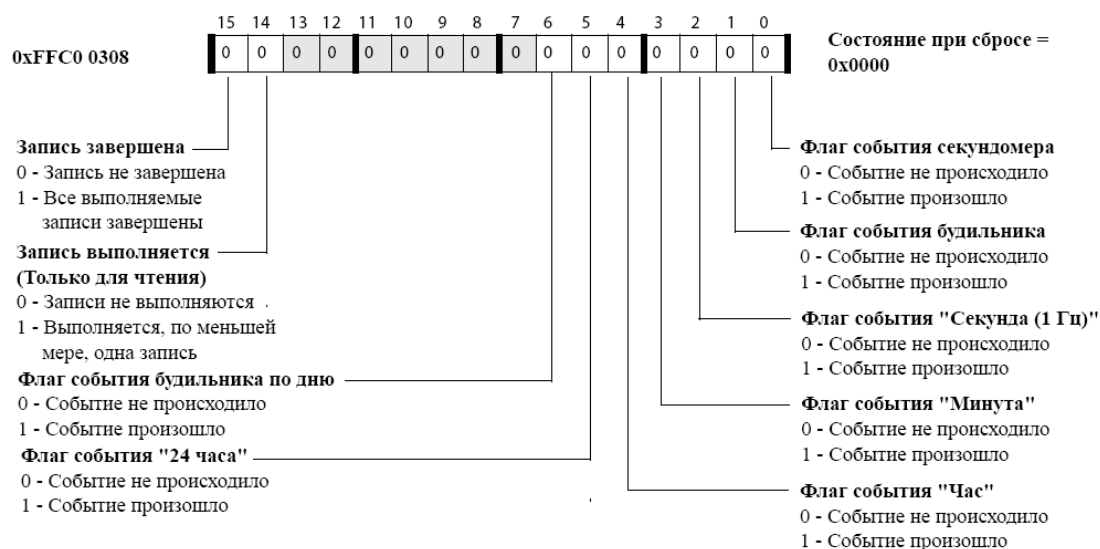


Рис. 16-6. Регистр состояния прерываний RTC

Регистр RTC_SWCNT

Регистр счётчика секундомера RTC (RTC_SWCNT) содержит начальное значение секундомера. Секундомер отсчитывает секунды от запрограммированного значения и генерирует прерывание (если оно разрешено), при достижении нуля. В момент достижения нуля работа счётчика останавливается и не возобновляется до тех пор, пока в регистр RTC_SWCNT не будет записано новое значение. Во время работы счётчика, его содержимое может быть перезаписано новым значением. В этом случае счётчик может использоваться как сторожевой таймер с разрешением в одну секунду. Запись нуля в работающий счётчик приводит к его принудительной остановке и преждевременной генерации прерывания. Флаг секундомера устанавливается по секундной метке, по которой происходит любое из следующих событий:

- Значение счётчика секундомера после декремента становится равным 0x0000.
- Запись значения 0x0000 в регистр RTC_SWCNT завершается в момент, когда секундомер работает (текущее значение счётчика секундомера больше нуля).
- Запись значения 0x0000 в регистр RTC_SWCNT завершается в момент, когда секундомер остановлен (текущее значение счётчика секундомера равно нулю).

В регистр RTC_SWCNT может быть записано любое значение от 0 до $(2^{16}-1)$ секунд. Таким образом, полный диапазон секундомера – 18 часов 12 минут и 15 секунд

Обычно, в программе следует выполнять запись в регистр RTC_SWCNT после появления секундной метки. Секундой позже содержимое RTC_SWCNT

16 Часы реального времени

изменяется на новое значение и начинается его декремент. Так как процедура записи в регистр RTC_SWCNT занимает приблизительно одну секунду, время от записи значения N до появления прерывания секундомера приблизительно равно N+1 секунд. Для получения задержки в N секунд программа должна выполнить запись в регистр значения N-1. Таким образом, реализация задержки в одну секунду невозможна. Если сразу после секундной метки записать в регистр RTC_SWCNT единицу, прерывание секундомера возникнет приблизительно через две секунды. Для того чтобы получить в программе задержку в одну секунду, необходимо просто ожидать появления секундной метки.

Регистр счётчика секундомера RTC не сбрасывается. После включения питания он может находиться в работающем состоянии. Когда секундомер не используется, запись нуля в регистр RTC_SWCNT вызывает его принудительную остановку, что позволяет незначительно снизить потребляемую мощность.

Регистр счётчика секундомера RTC (RTC_SWCNT)

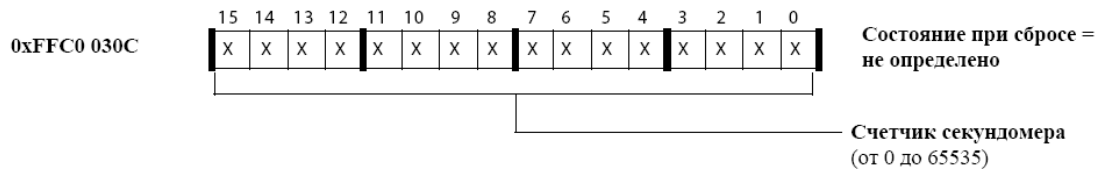


Рис. 16-7. Регистр счётчика секундомера RTC

Регистр RTC_ALARM

В регистре будильника RTC (RTC_ALARM) программируется время (в часах, минутах и секундах) генерации прерывания будильника. Чтение и запись этого регистра возможны в любой момент времени. Прерывание будильника генерируется всякий раз, когда значения полей часов, минут и секунд этого регистра совпадают со значениями аналогичных полей регистра состояния RTC. Прерывания будильника по дням генерируется всякий раз, когда значения полей дней, часов, минут и секунд этого регистра совпадают со значениями аналогичных полей регистра состояния RTC.

16 Часы реального времени

Регистр будильника RTC (RTC_ALARM)

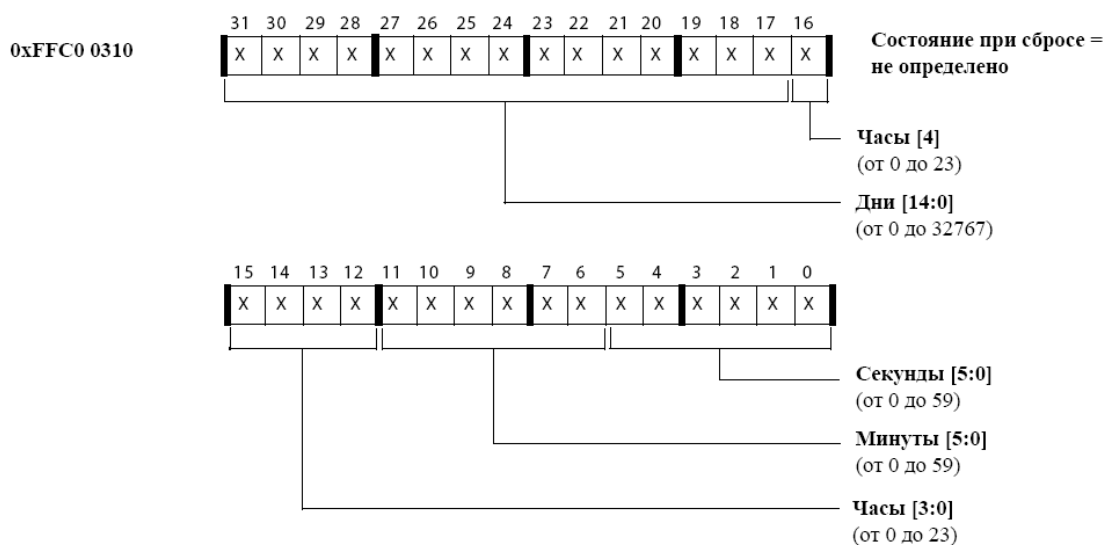


Рис. 16-8. Регистр будильника RTC

Регистр RTC_PREN

Регистр включения предделителя RTC (RTC_PREN) содержит единственный активный бит. Когда этот бит установлен, предделитель включён и RTC работает с частотой 1 Гц. Когда он сброшен, предделитель отключён и RTC работает с частотой кварцевого резонатора 32.768 кГц.

Бит включения предделителя должен быть установлен программой после включения питания для того, чтобы RTC работал с надлежащей частотой. После записи в регистр RTC_PREN следует дождаться события Запись завершена перед выполнением записи в другие регистры RTC. Можно выполнять запись единицы в регистр RTC_PREN каждый раз при загрузке процессора. При первой записи бит устанавливается, последующие записи не влияют на состояние бита.

- ⊘ Перед отключением предделителя при помощи сброса бита регистра RTC_PREN необходимо убедиться в том, что в данный момент не выполняются записи в регистры RTC, отображённые в карте памяти. Не следует выполнять переключение между быстрым и медленным режимами в нормальном процессе работы, устанавливая и сбрасывая этот бит, так как при этом нарушается точность отслеживания реального времени счётчиками. Во избежание потенциальных ошибок следует выполнять запись в RTC_PREN при запуске RTC и не менять динамически состояние предделителя в нормальном процессе работы.

Способность работы RTC без предделителя предназначена в первую очередь для тестирования. В этом режиме поддерживаются все функции RTC, однако, они выполняются в 32 768 раз быстрее. В обычных программах регистр RTC_PREN никогда не обнуляется. Единственной причиной сброса бита включения предделителя может являться необходимость синхронизации

16 Часы реального времени

секундной метки с более точным внешним сигналом. Секундная метка появляется через несколько тактов RTXI после изменения RTC_PREN из единицы в ноль. Для выполнения синхронизации за время, не превышающее 100 мкс, воспользуйтесь следующей последовательностью:

1. Запишите значение 0 в RTC_PREN.
2. Дождитесь завершения записи.
3. Дождитесь внешнего сигнала.
4. Запишите значение 1 в RTC_PREN.
5. Дождитесь завершения записи.
6. Перепрограммируйте значение времени в регистре RTC_STAT.

Регистр включения предделителя (RTC_PREN)

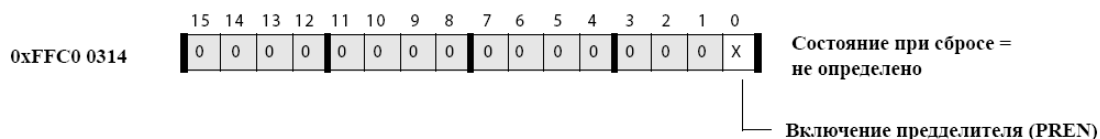


Рис. 16-9. Регистр включения предделителя

Обзор переходов между состояниями

В таблице 16-1 показано, как состояния системы влияют на регистры RTC, отображённые в карте памяти. Состояния схемы фазовой автоподстройки частоты (PLL) (сброс, режим работы с полной мощностью, активный режим, режим сна и режим глубокого сна) определены в главе 8, “Динамическое управление питанием”. Обозначение “Питание отсутствует” означает, что ни один из выводов напряжения питания процессора не соединён с источником питания. Обозначение “Выключен” означает, что питание ядра процессора, периферийных устройств и памяти не осуществляется (внутреннее напряжения питания V_{dd} (IV_{dd}) отключено), однако питание схемы RTC продолжается и он функционирует. При этом подача внешнего напряжения питания V_{dd} возможна. Регистры, для которых в таблице указано “Соответствуют записанному”, содержат последнее значение, записанное в них программой. Если с момента подачи напряжения питания V_{dd} RTC запись в регистр не выполнялась, его состояние неизвестно (для всех битов регистров RTC_STAT, RTC_ALARM и RTC_SWCNT, и для некоторых битов RTC_ISTAT, RTC_PREN и RTC_ICTL).

16 Часы реального времени

Таблица 16-1. Влияние состояний системы на регистры RTC, отображённые в карте памяти

V _{dd} RTC	IV _{dd}	Состояние системы	RTC_ICTL	RTC_ISTAT	RTC_STAT RTC_SWCNT	RTC_ALARM RTC_PREN
Выключен	Выключен	Питание отсутствует	X	X	X	X
Включён	Включён	Сброс	Соответствует записанному	0	Выполняется счёт	Соответствует записанному
Включён	Включён	Работа с полной мощностью	Соответствует записанному	События	Выполняется счёт	Соответствует записанному
Включён	Включён	Режим сна	Соответствует записанному	События	Выполняется счёт	Соответствует записанному
Включён	Включён	Активный режим	Соответствует записанному	События	Выполняется счёт	Соответствует записанному
Включён	Включён	Режим глубокого сна	Соответствует записанному	0	Выполняется счёт	Соответствует записанному
Включён	Выключен	Выключен	Соответствует записанному	X	Выполняется счёт	Соответствует записанному

В таблице 16-2 перечислены действия, которые должны быть выполнены программой по отношению к RTC при переходах между различными состояниями системы.

Таблица 16-2. Действия, выполняемые по отношению к RTC, при изменениях состояния системы

По следующему событию:	Выполните следующую последовательность
Переход из состояния включённого питания в состояние выключенного питания	Запишите в RTC_PREN единицу. Дождитесь появления флага “Запись завершена”. Запишите текущее время в RTC_STAT. При необходимости выполните запись в RTC_ALARM. Выполните запись в RTC_SWCNT. Выполните запись в RTC_ISTAT для сброса всех активных событий RTC. Выполните запись в RTC_ICTL для разрешения любого требуемого прерывания RTC или для запрещения всех прерываний RTC.
Переход в режим работы с полной мощностью после сброса или переход в режим работы с полной мощностью после включения питания при выходе из состояния выключенного питания	Дождитесь события “Секунда” или запишите в RTC_PREN единицу и дождитесь появления флага “Запись завершена”. Выполните запись в RTC_ISTAT для сброса всех активных событий RTC. Выполните запись в RTC_ICTL для разрешения любого требуемого прерывания RTC или для запрещения всех прерываний RTC. Выполните чтение требуемых регистров RTC, отображённых в карте памяти.
Вывод из режима глубокого сна	Дождитесь установления флага события “Секунда”. Выполните запись в RTC_ISTAT для подтверждения IRQ вывода из ожидания RTC. Выполните чтение требуемых регистров RTC, отображённых в карте памяти. Схема PLL находится в активном состоянии. При необходимости можно выполнить переход в режим работы с полной мощностью.

16 Часы реального времени

Вывод из режима сна	Если сигнал вывода из ожидания поступил от RTC, будет установлен флаг события “Секунда”. В этом случае выполните запись в RTC_ISTAT для подтверждения IRQ вывода из ожидания RTC. Всегда выполняйте чтение требуемых регистров RTC, отображённых в карте памяти.
Перед переходом в режим сна	Если желателен вывод из ожидания по прерыванию RTC: Выполните запись требуемого значения в RTC_ALARM и/или RTC_SWCNT для задания времени появления события, выводящего процессор из ожидания. Выполните запись в RTC_ICTL для разрешения прерывания RTC, являющегося источником сигнала вывода из ожидания. Дождитесь установки флага “Запись завершена”. Разрешите вывод из ожидания по прерыванию RTC в регистре разрешения вывода из ожидания по прерываниям системы (SIC IWR).
Перед переходом в режим глубокого сна	Выполните запись требуемого значения в RTC_ALARM и/или RTC_SWCNT для задания времени появления события, выводящего процессор из ожидания. Выполните запись в RTC_ICTL для разрешения прерывания RTC, являющегося источником сигнала вывода из ожидания. Дождитесь установки флага “Запись завершена”.
Перед переходом в состояние выключенного питания	Выполните запись требуемого значения в RTC_ALARM и/или RTC_SWCNT для задания времени появления события, выводящего процессор из ожидания. Выполните запись в RTC_ICTL для разрешения прерывания RTC, являющегося источником сигнала вывода из ожидания. Дождитесь установки флага “Запись завершена”. Установите бит WAKE в регистре управления стабилизатором напряжения (VR CTL).