

# Сверхточный RTC модуль реального времени на базе чипа DS3231

DALLAS / I / X | / I

если  $V_{CC} < V_{PF}$  и  $V_{CC} < V_{BAT}$  — переход на резервное питание

адресация регистров времени и даты совместима с чипом DS1307

# 0,46 7,7 32kHz SCL ZZZ Vcc SDA ZZZ INT/SQW VBAT ZZZ RST GND ZZZ 4 DS3231

SO

1,5

### Выводы чипа DS3231:

1 - 32kHz, 2 - V<sub>CC</sub>, 3 - INT/SQW, 4 - RST, 13 - GND, 14 - V<sub>BAT</sub>, 15 - SDA, 16 - SCL.

Выход с открытым стоком — меандр с частотой 32.867 кГц. Вывод основного питания постоянного тока (+Uпит).

Вывод основного питания постоянного тока (+Uпит).
 Выход с открытым стоком – прерывание / меандр программируемой частоты.

4) Вход/выход с открытым стоком Как вход – выполняет перезагрузку при наличии низкого уровня лог «0» (снабжен функцией подавления дребезга).

Как выход – сигнализирует о падении напряжения Vcc ниже значения Vpf.

13) Вывод общий (-Uпит).

14) Вывод резервного питания от аккумуляторной батареи (Vbat = +3в).

15) Вход/выход линия данных (интерфейс I2C).16) Вход/выход линия тактирования (интерфейс I2C).

5-12) Выводы Не используются и должны быть подключены к GND.

### Выводы RTC модуля:

32K	(32kHz)		выход меандра с част	отой 32.768кГц
SQW	(INT/SQW)	(INTerrupt / SQuare Wave)	прерывание / проград	ммируемый меандр
SCL	(CL)	(англ. Serial CLock)	линия тактирования,	интерфейс I2С
SDA	(DA)	(англ. Serial DAta)	линия данных,	интерфейс I2С
VCC	$(+,V_{CC},V_{DD})$		плюс основного питан	ния;
GND	(-, Vss. Vff)	(англ. GrouND)	обший (минус питани	я):

### Чип DS3231 снабжён:

- интерфейсом I2C; с поддержкой нормального 100кГц и быстрого 400кГц режимов
- кварцевым резонатором; на 32,768 кГц
- датчиком температуры; с точностью ±3°C, для температурной компенсацией кварцевого генератора (TCXO)
- регистрами данных; 19 однобайтных регистров
- компаратором контролирующим состояние напряжения  $V_{CC}$  и  $V_{BAT}$ ; если  $V_{CC} < V_{PF}$  подаётся сигнал сброс на вывод RST
- двумя будильниками;
- подзарядкой аккумуляторной батареи;
- выходами меандров: с фиксированной частотой 32,768кГц (вывод 32К) и программируемой частотой (вывод SQW)

Питание модуля:	3,3 или	5	В	оба напряжения входя	т в диапазон допустимых
Питание чипа: (V <sub>cc</sub> )	2,3	5,5	В	постоянного тока	(номинально 3,3в)
Резервное питание: (V <sub>ват</sub> )	2,3	5,5	В	постоянного тока	(номинально 3,3в)
Сбой питания: (V <sub>PF</sub> )	2,45	2,7	В	константа	(номинально 2,575в) используется компаратором
Потребляемый ток:	200	300	мкА	в рабочем режиме	(при питании от V <sub>CC</sub> )
	70	150	мкА	в рабочем режиме	(при питании от V <sub>BAT</sub> )
	575	650	мкА	в режиме вычислений	TCXO
	110	170	мкА	в режиме ожидания	(SQW и I2C не активны)
Ток утечки аккумулятора:		100	нА	при питании от V <sub>CC</sub>	(номинально 25 нА)
Рабочая температура:	0	70	°C	для чипов DS3231, DS32	231+, DS3231S, DS3231S+
	-40	85	°C	для чипов DS3231N, DS	3231N+, DS3231SN, DS3231SN+
Измеряемая температура	: -40	85	°C	разрешение 0,25°C	точность ±3°C
Точность хода:	±2		ppm	при t= 0°C +40°C	(±0.1728 сек. в день = 1 мин. в год)
	±3.5		ppm	при t=-40°С +85°С	(±0.3024 сек. в день = 2 мин. в год)
Старение кристалла:	±1		ppm	первый год службы	(±0.0864 сек. в день = 30 сек. в год)
	±5		ppm	десятый год службы	(±0.4320 сек. в день = 2,5 мин. в год)
Рабочая частота шины I2C		400	кГц	поддерживаются станд	дартный 100кГц и быстрый 400кГц режимы
Уровень «0» на шине I2C:	-0,3	$0,3*V_{CC}$	В		
Уровень «1» на шине I2C:	0,7*V <sub>CC</sub> .	V <sub>CC</sub> +0,3	В		
Время преобразований:		200	MC	температуры	(номинально 125мс)
Подготовка к запуску:	•••	300	MC	неустойчивое состояни	е после подачи питания на датчик
-				•	1nnm = 1/1 000 000 (a sua mussua sussi

1ppm = 1/1 000 000 (одна миллионная доля)

### Регистры RTC модуля:

. с.не.ре с недугии																					
Название	Апрос			Да	нные ј	регист	ров				Примонацио										
регистров	Адрес	7 бит	6 бит	5 бит	4 бит	3 бит	2 бит	1 бит	0 бит		Примечание										
Секунды	0x00	0	старі	ший ра	азряд	M	падши	й разр	яд	00 59	Секунды в двоично-десятичном формате										
Минуты	0x01	0	старі	ший ра	эзряд	M	падши	й разр	яд	00 59	Минуты в двоично-десятичном формате										
Hasu	002	0	1	AM/PM	старш.			ŭ naan		12 часовой формат	Harris and an analysis of the state of the s										
Часы	0x02	U	0	стар	ший	INI	іадши	й разр	яд	24 часовой формат	– Часы в двоично-десятичном формате										
День недели	0x03	0	0	0	0	0		Число		1-ВС, 2-ПН 7-СБ	День недели										
День	0x04	0	0	стар	ший	M	падши	й разр	яд	1 31	День в двоично-десятичном формате										
Месяц	0x05	век	0	0	старш.	M	падши	й разр	яд	1-ЯНВ 12-ДЕК	Месяц (бит «век» устанавливается в полночь при смене века)										
Год	0x06	СТ	аршиі	й разря	яд	M	падши	й разр	яд	00 99	Год в двоично-десятичном формате										
Секунды	0x07	OFF	старі	ший ра	эзряд	M	падши	й разр	яд	00 59											
Минуты	0x08	OFF		ший ра				й разр		00 59	<sup>—</sup> Первый будильник										
	0.00	0==	1	AM/PM						12 часовой формат	<ul> <li>Бит 6 регистра дней указывает - срабатывать по дням недели, или по дням месяца.</li> <li>Если флаг «ОFF» установлен в «1», то данные этого регистра не читаются и</li> </ul>										
Часы	0x09	OFF	0	стар	ший	M)	тадши	й разр	яд	24 часовой формат	считаются совпавшими с текущими датой/временем не зависимо от их значений.										
	0.04	055	1	0	0	0		Число		1-ВС, 2-ПН 7-СБ	Если все флаги «OFF» первого будильника установить в «1», то будильник будет										
День	0x0A	OFF	0	стар	ший	MJ	падши	й разр	яд	1 31	— срабатывать каждую секунду.										
Минуты	0x0B	OFF	старі	ший ра	эзряд	M	падши	й разр	яд	00 59											
11	0.00	055	1	AM/PM	старш.			•		12 часовой формат	 Второй будильник										
Часы	0x0C	OFF	0		ший	M)	тадши	й разр	яд	24 часовой формат	Предполагается, что все биты несуществующего регистра секунд равны «0».										
-	0.00	0==	1	0	0	0		Число		1-ВС, 2-ПН 7-СБ	<ul> <li>Если все флаги «OFF» второго будильника установить в «1», то будильник будет срабатывать каждую минуту в 00 секунд.</li> </ul>										
День	0x0D	OFF	0	стар	ший	MJ	падши	й разр	яд	1 31											
Управление	0x0E	EOSC	BBSQW	CONV	RS2		INTCN		A1IE		Флаги управления чипом										
Состояние	0x0F	OSF	0	0	0	EN32	BSY	A2F	A1F		Флаги состояния чипа										
Старение	0x10	комп	енсац	ия точ	ности :	хода	•			-127 +127	Число записывается в формате «дополнение до двух»										
T	0x11	темп	ератур	оа крис	сталла	•				первые 8 бит											
Температура	0x12			0	0	0	0	0	0	последние 2 бита	– Число записывается в формате «дополнение до двух»										

### Назначение флагов:

(установлен – условие флага выполняется, сброшен – условие флага игнорируется)

RS1

n

0

1

RS2

0

1

0

Частота

1024 Гц

4096 Гц

8192 Гц

Γц

1

EOSC (Enable OSCillator) – разрешает работу генератора при работе от аккумуляторной батареи.

Установка в «0» по инициативе пользователя.

Сброс в «1» по инициативе пользователя. (Если есть питание V<sub>CC</sub>, генератор включается независимо от состояния флага).

BBSQW (Battery-Backed SQuare-Wave) - позволяет работать выводу INT/SQW в режиме SQW при работе от аккумуляторной батареи.

Установка в «1» по инициативе пользователя.

Сброс в «0» по инициативе пользователя.

CONV (CONVert Temperature) - инициирует преобразование температуры (измерение, выполнение TCXO, запись в регистры 0x10, 0x11, 0x12). Установка в «1» аппаратно, каждые 64 секунды, или по инициативе пользователя во время ожидания (при сброшенном флаге BSY).

Сброс в «0» аппаратно, по завершении преобразований.

RS1 RS2 (Rate Select) - управляют частотой меандра выдаваемой на выход SQW (SQUARE-WAVE)

Установка в «1» по инициативе пользователя. Сброс в «0» по инициативе пользователя.

INTCN (INTerrupt CoNtrol) - управляет выводом INT/SQW.
Установка в «1» по инициативе пользователя, вывод INT/SQW работает как INT (выход прерываний).

брос в «0» по инициативе пользователя, вывод <del>INT</del>/SQW работает как SQW (выход меандра).

A1IE (Alarm 1 Interrupt Enable) - разрешает прерывание для будильника 1.

Установка в «1» по инициативе пользователя. (Если флаги A1IE, INTCN и A1F установлены в «1», то на выходе INT будет активное состояние «0»). Сброс в «0» по инициативе пользователя.

A2IE (Alarm 2 Interrupt Enable) - разрешает прерывание для будильника 2.

Установка в «1» по инициативе пользователя. (Если флаги A2IE, INTCN и A2F установлены в «1», то на выходе INT будет активное состояние «0»). Сброс в «0» по инициативе пользователя.

OSF (Oscillator Stop Flag) - указывает на то, что генератор был остановлен (может быть использован для оценки достоверности данных часов). Установка в «1» аппаратно, если: V<sub>CC</sub> и V<sub>BAT</sub> малы для колебаний, сброшен флаг <u>FOSC</u> при питании от V<sub>BAT</sub>, есть внешние помехи на кристалле. Сброс в «0» по инициативе пользователя.

EN32 (ENable 32kHz) - разрешает меандр с частотой 32.768кГц на выводе 32kHz

Установка в «1» по инициативе пользователя.

Сброс в «О» по инициативе пользователя. (Вывод 32kHz переходит в состояние высокого импеданса).

BSY (BuSY) - указывает на занятость устройства выполнением функций ТСХО (функция обновления массива емкостей для кварцевого резонатора). Установка в «1» аппаратно, при старте функции ТСХО.

Сброс в «0» аппаратно, по окончании выполнения функции ТСХО.

A1F (Alarm 1 Flag) - указывает на срабатывание первого будильника.

Установка в «1» аппаратно, при совпадении условий первого будильника.

Сброс в «О» по инициативе пользователя.

A2F (Alarm 2 Flag) - указывает на срабатывание второго будильника.

Установка в «1» аппаратно, при совпадении условий второго будильника.

Сброс в «0» по инициативе пользователя.

OFF - отключает сравнение данных регистра будильника с текущим временем или датой. (значение регистра считается заведомо совпавшим).

Установка в «1» по иници	ативе пользователя.	день	час	мин	сек	срабатывание будильника
Сброс в «0» по иници	ативе пользователя.	1	1	1	1	один раз в секунду
		1	1	1	0	при совпадении секунд
		1	1	0	0	при совпадении минут и секунд
Иные варианты могут при	вести к	1	0	0	0	при совпадении часов, минут и секунд
не логическому сравнени	Ю.	0	0	0	0	при совпадении дней, часов, минут и секунд

### Назначение регистра температуры:

Регистр температуры хранит 10-битовый код в формате «дополнение до двух» являющийся результатом измерения температуры на кристалле кварца. Значение регистра занимает два адреса 0x11, 0x12 и изменяется каждый раз, после инициации измерения температуры. (t = значение регистра \* 0,25 °C). Измерение температуры происходит 1 раз в 64 секунды, или через 2 секунды после включения питания Vcc, или по инициативе пользователя. Регистр доступен только для чтения.

### Назначение регистра старения:

Регистр старения кристалла хранит 8-битовый код в формате «дополнение до двух» предназначенный для компенсации точности хода часов. Результирующая частота = частота резонатора + значение регистра \* 0.1ppm, где значение регистра может быть, как положительным, так и отрицательным. Результирующую частоту можно отслеживать на выводе 32kHz. Регистр доступен для записи и чтения.

### Доступ к данным регистров модуля RTC:

Каждый регистр модуля хранит 1 байт данных. Так как модуль использует интерфейс передачи данных I2C, то и доступ к данным охарактеризован им.

### Запись данных в регистры:

отправляем сигнал «START»;

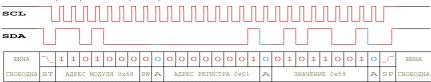
отправляем 1й байт (адрес модуля 0x68 и бит «R/W»=«0»), получаем ответ от модуля в виде одного бита «АСК»; отправляем 2ой байт (адрес нужного нам регистра), получаем ответ от модуля в виде одного бита «АСК»; отправляем 3й байт (данные для записи в регистр), получаем ответ от модуля в виде одного бита «АСК»;

далее можно отправить 4й байт данных для записи в следующий по порядку регистр и т.д.;

отправляем сигнал «STOP».

AHNIII	_\_	1	1	0	1	0	0	0	0	0	×	×	×	×	×	×	×	×	0	×	×	×	×	×	×	×	×	0	×	×	×	×	×	×	×	>	<	2	< 3	< 2	< >	< 2	× :	×	×	×	0	_/-	AHNIII	٦
свободна	ST		АДРІ	EC :	МОД	RILV	0x6	68	RW	A		I	ДРІ	EC I	PEFI	1CTI	PA		A		ЗН.	AVE	ние	PE	ГИС	TPA		A	. 3	ВНАЧ	ЕНИ	E C	ЛЕД	Į PI	ELN	CTP.	A Z	Ā	ЗНА	ЧЕН	ИЕ	СЛЕ	ед г	PEFI	ист	PA	A	SP	СВОБОДН	Α

Пример записи в регистр 0х01 значения 0х59:



## Чтение данных из регистров:

отправляем сигнал «START»;

отправляем 2ой байт

(адрес модуля 0x68 и бит «R/W»=«0»), отправляем 1й байт

(адрес нужного нам регистра),

отправляем сигнал «RESTART»;

(адрес модуля 0x68 и бит «R/W»=«1»), отправляем 3й байт

получаем байт от модуля (данные из регистра), отправляем сигнал «STOP».

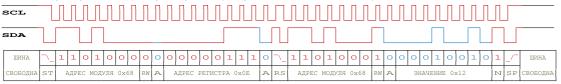
получаем ответ от модуля в виде одного бита «АСК»; получаем ответ от модуля в виде одного бита «АСК»;

получаем ответ от модуля в виде одного бита «АСК»;

отвечаем битом «АСК» если хотим прочитать следующий регистр, иначе «NACK»

AHNIII	_/_	1	.	L	) :	1 0	) c	0	0	0	0	×	×	×	×	×	×	×	×	0	-\_	1	1		) I	L	0	0	1	.   0	5	××	< ×	×	×	×	×	×	0	×	×	×	×	×	×	×	×	1	_/_	AHNIII	7
свободна	ST		АД	PEC	MC	ДУЛ	R) R	0x68	F	RW 2	A		A	ДРЕ	C P	ЕГИ	CTP	A		A	RS	T	АДЕ	PEC	MO	ДУЛ	Я 0	x68	RI	N Z	Ā	3	HAH	SHNE	PE	ГИС	TPA		A	31	IPAI	EHNE	E CJ	ПЕД	PEI	гист	PA	N	SP	своводн	A

Пример чтения одного регистра 0x0E (модуль ответил значением 0x12):



### Альтернативные варианты чтения данных из регистров:

- Если на шине только один ведущий, то вместо подачи сигнала «RESTART» допустимо подать сигналы «STOP» и «START».
- Если после завершения чтения/записи регистров подачей сигнала «STOP» возникла необходимость чтения данных следующего (после последнего прочитанного/записанного) регистра, то допустимо отправить сигнал «START», байт с адресом модуля 0x68 и битом «R/W»=«1», получить ответ от модуля в виде одного бита «АСК», после чего модуль начнёт передавать данные регистров.

### Сигналы интерфейса передачи данных 12С:

«START» переход уровня линии «SDA» из «1» в «0» при наличии «1» на линии «SCL». «ST» начинает пакет «STOP» «SP» переход уровня линии «SDA» из «0» в «1» при наличии «1» на линии «SCL». завершает пакет передаваемый бит равен логическому состоянию линии «SDA» при наличии «1» на линии «SCL». «1» / «0» «X» биты данных «ACK» байт принят передача бита «0» «A» «NACK» «N» байт не принят передача бита «1» «R/W» «RW» приём или чтение последний бит первого байта. Если «0» - инициализирована запись, если «1» - инициализировано чтение, а первые 7 бит первого байта – это id-адрес устройства на шине I2C к которому направлена инициализация. «RESTART» «RS» повторный старт

сигнал нужен при наличии на шине двух ведущих и невозможности передачи инициативы второму Изменения уровней на линии «SDA» происходят только при наличии «O» на линии «SCL» за исключением сигналов «START», «STOP», «RESTART».