

**ТЕХНИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО
ТМ 5680-0211**



***РУБИДИЕВЫЙ СТАНДАРТ ЧАСТОТЫ
МОДЕЛЬ FE-5680A***

**ИНСТРУКЦИЯ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ И ТЕХНИЧЕСКОМУ ОБСЛУЖИВАНИЮ**

FREQUENCY ELECTRONICS INC.

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1-	Описание технических характеристик	
1-1	Описание оборудования.....	3
1-1.1	Общая информация.....	3
1-1.2	Конструктивное оформление/Типы используемых разъёмов.....	3
1-1.3	Справочные данные	3
Раздел 2-	Подготовка к работе и использование	
2-1	Установка устройства	8
2-1.1	Выбор места для размещения.....	8
2-1.2	Информация о соединительных кабельных разъёмах.....	8
2-2	Процедура включения	9
2-3	Подстройка частоты.....	10
Раздел 3-	Ремонт оборудования	
3-1	Общая информация.....	14

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

1	Внешний вид рубидиевого стандарта частоты (модель FE-5680A).....	4
2	Блок-диаграмма принципа работы рубидиевого стандарта частоты (модель FE-5680A).....	5

СПИСОК ТАБЛИЦ

1A	Назначения контактов разъёмов (исключая опцию 25).....	6
1Б	Назначения контактов разъёмов: опция 25.....	6
2	Справочные данные.....	7
3	Информация о соединительных кабельных разъёмах.....	8
4	Структура команд управления протокола последовательной передачи данных.....	11

Раздел 1. ОПИСАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

ОПИСАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК 1-1

Общая информация 1-1.1

Рубидиевый стандарт частоты FE-5680A является автономным полупроводниковым модульным устройством, в котором для стабилизации частоты используются квантовые переходы в атомах рубидия. Данное устройство может поставляться с разнообразными опциями, зависящими от требований, предъявляемых к рабочей выходной частоте, конструктивному исполнению и входному напряжению питания. Модели рубидиевых стандартов частоты классифицируются на основе выходного интерфейса, который может быть адаптирован под различные требования заказчика.

Различные опции могут быть объединены для формирования конфигурации соответствующей требованиям заказчика, предъявляемым к выходной частоте, конструктивному исполнению и входному напряжению питания.

Конструктивное оформление/Типы используемых разъёмов 1-1.2

Стандартный корпус рубидиевого стандарта частоты изображён на рисунке 1 и имеет размеры 0.97 x 3.47 x 12,50 дюймов.

Питающее напряжение подаётся через 9-ти штырьковый сверхминиатюрный разъём D-типа (D-connector). Высокочастотный выходной сигнал передаётся через сверхминиатюрный разъём типа A для коаксиального кабеля (SMA-connector).

В таблице 1 дано описание входных/выходных разъёмов рубидиевого стандарта частоты.

Справочные данные 1-1.3

Справочные данные, относящиеся к рубидиевому стандарту частоты, представлены в таблице 2. В ней приводятся характеристики выходного сигнала, данные о потребляемой мощности и изложены требования к условиям окружающей среды, в которых должна производиться эксплуатация данного устройства.

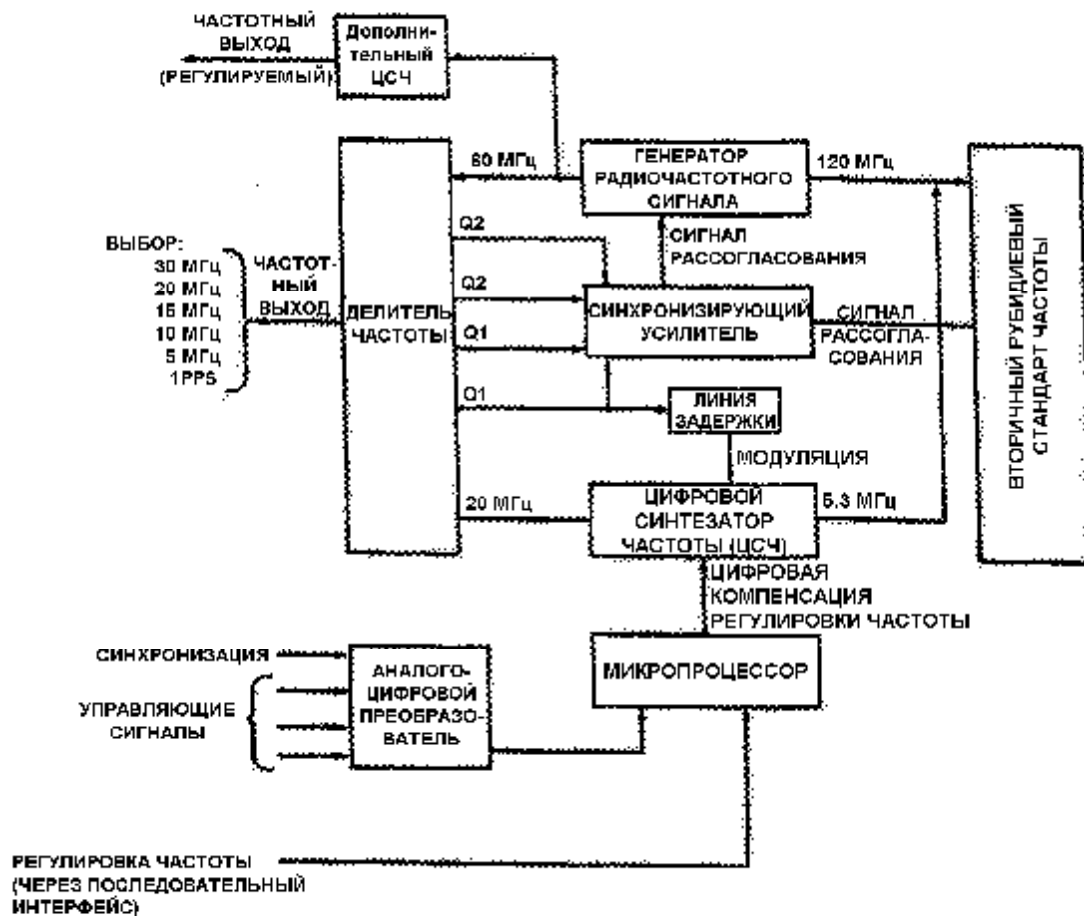


Рисунок 2. БЛОК-ДИАГРАММА ПРИНЦИПА РАБОТЫ
РУБИДИЕВОГО СТАНДАРТА ЧАСТОТЫ
(модель FE-5680A).

Таблица 1А. НАЗНАЧЕНИЯ КОНТАКТОВ РАЗЪЁМОВ (ИСКЛЮЧАЯ ОПЦИЮ 25)

ШТЫРЕВОЙ КОНТАКТ	НАЗНАЧЕНИЕ	ЗАМЕЧАНИЯ
J1-1	+15 В	Входной контакт постоянного питающего напряжения
J1-2	- 15 В	Выходной контакт постоянного питающего напряжения
J1-3	индикация синхронизации	Предназначен для индикации состояния синхронизации (есть/нет) с более стабильным вторичным рубидиевым стандартом
J1-4	Не используется	
J1-5	"земля"	Общий заземляющий контакт
J1-6	Не используется	
J1-7	Не используется	
J1-8	Входные данные	Данные получаемые рубидиевым стандартом частоты
J1-9	Выходные данные	Данные получаемые от рубидиевого стандарта частоты
J2	Частотный выход	

Таблица 1Б. НАЗНАЧЕНИЯ КОНТАКТОВ РАЗЪЁМОВ: ОПЦИЯ 25

ШТЫРЕВОЙ КОНТАКТ	НАЗНАЧЕНИЕ	ЗАМЕЧАНИЯ
J1-1	+22 – 32 В	Входной контакт постоянного питающего напряжения
J1-2	- 22 – 32 В	Выходной контакт постоянного питающего напряжения
J1-3	индикация синхронизации	Предназначен для индикации состояния синхронизации (есть/нет) с более стабильным вторичным рубидиевым стандартом
J1-4	Не используется	
J1-5	"земля"	Общий заземляющий контакт
J1-6	Не используется	
J1-7	Не используется	
J1-8	Входные данные	Данные получаемые рубидиевым стандартом частоты
J1-9	Выходные данные	Данные получаемые от рубидиевого стандарта частоты
J2	Частотный выход	

Таблица 2. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ по РУБИДИЕВОМУ СТАНДАРТУ ЧАСТОТЫ
 (МОДЕЛЬ FE-5680A)

ПАРАМЕТР	ОПИСАНИЕ
Частота	10 МГц
Форма сигнала	синусоида
Амплитуда (минимальная)	эффективное напряжение 0,5 В на нагрузке 50 Ом (+7дБм)
Разрешающая способность подстройки частоты	$< 1 \times 10^{-12}$ в диапазоне +/- 5×10^{-8}
Дрейф частоты	в год – 2×10^{-9} в день – 2×10^{-11}
Среднеквадратичная относительная случайная вариация частоты за время измерения: от 1 до 100 секунд	$1,4 \times 10^{-11} / \sqrt{\tau}$
Повторная трассировка	5×10^{-11}
Фазовый шум ($f_0 = 10$ МГц)	@ 10 Гц: -100 Дб (по отношению к уровню сигнала на центральной частоте) @ 100 Гц: -125 Дб (по отношению к уровню сигнала на центральной частоте) @ 1000 Гц: -145 Дб (по отношению к уровню сигнала на центральной частоте)
Входная чувствительность по напряжению	$2 \times 10^{-11} / (15В - 16В)$
Температурный коэффициент частоты в диапазоне рабочих температур от -5°C до +50°C.	$\pm 3 \times 10^{-10}$
Паразитная генерация	-60 Дб (по отношению к уровню сигнала на центральной частоте)
Гармоники	-30 Дб (по отношению к уровню сигнала на центральной частоте)
Индикация синхронизации	свыше 3 В постоянного напряжения – синхронизации нет меньше 1 В постоянного напряжения – синхронизация есть
Входная мощность (@ 25°C)	12 Вт в установившемся режиме работы; 30 Вт – пиковая нагрузка
Значения постоянного питающего напряжения/тока	15 – 18 В, 2А – в пиковом режиме и 0,8А - в установившемся режиме работы; кроме опции 25: 22 – 32 В, 1.4А – в пиковом режиме и 0,55 А - в установившемся режиме работы;
Амплитудная пульсация	+15 В: эффективное напряжение меньше 0.1 В
Время готовности	меньше 5 минут (синхронизация при 25°C)
Размеры	25 x 88 x 125 мм 0,98 x 3,47 x 4,92 дюймов
Вес	460 грамм 16 унций

Раздел 2. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Установка устройства 2-1

Выбор места для размещения 2-1.1

Выбранное место для установки рубидиевого стандарта частоты должно иметь стабильную температуру окружающей среды. Данное устройство может работать в диапазоне температур, указанном в таблице 2. Кроме того, место размещения стандарта частоты не должно подвергаться воздействию сильных внешних магнитных полей.

Информация о соединительных кабельных разъёмах 2-1.2

В таблице 3 представлена информация о соединительных кабельных разъёмах, используемых в данном рубидиевом стандарте частоты.

Таблица 3. ИНФОРМАЦИЯ О СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ КАБЕЛЬНЫХ РАЗЪЁМАХ

Обозначение	Разъём на рубидиевом стандарте частоты	Сопрягающий соединительный разъём
J1	DE9PU	DE9S
J2	SMA (входного типа)	SMA (выходного типа)

Выполните следующие действия, чтобы убедиться, что рубидиевый стандарт частоты работает должным образом. Если устройство неисправно, то обратитесь к разделу «Ремонт оборудования» данного руководства.

а. Подайте напряжение электропитания на испытуемый рубидиевый стандарт частоты через разъём J1, выполнив следующие действия.

б. Для всех опций, кроме опции 25: Подсоедините контакт 1 к положительному контакту источника постоянного тока напряжением 15 В, рассчитанного на работу с максимальной токовой нагрузкой 2 А.

Для опции 25: Подсоедините контакт 1 к положительному контакту источника постоянного питающего напряжения величиной $+22 \div -32$ В, рассчитанного на работу с максимальной токовой нагрузкой 1,4 А.

в. Подсоедините контакт 2 (для всех опций) и заземляющий контакт к отрицательному контакту источника постоянного тока.

г. Включите источник электропитания, после чего дайте рубидиевому стандарту частоты прогреться в течение 5-ти минут.

д. Измерьте напряжение на контакте 3, и убедитесь, что оно меньше 1 В.

е. Измерьте генерируемую частоту на выходе сверхминиатюрного разъёма типа А (SMA, J2). (Замечание: точность генерации частоты у рубидиевого стандарта частоты FE-5680A превосходит точность измерения большинства современных частотомеров).

ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТЫ

2-3

Введение

2-3.1

Частота выходного сигнала стандарта частоты FE-5680A может регулироваться через последовательный кабель RS-232 (контакты 8 и 9). Для этого необходимо, чтобы в комплект поставки данного устройства входил последовательный кабель RS-232 (опция № 2). Частота может быть установлена с разрешением равным $6,8126 \times 10^{-6}$ Гц. Для рубидиевого стандарта частоты FE-5680A с частотой выходного сигнала 10 МГц это соответствует относительному разрешению по частоте равному $6,8126 \times 10^{-13}$.

Для того, чтобы провести регулировку частоты рубидиевого стандарта частоты FE-5680A с помощью последовательного интерфейса, необходимо использовать команды соответствующих протоколу последовательной передачи данных, который описывается в данном разделе. Уровни сигнала должны соответствовать требованиям стандарта RS-232C. Команды посылаются на стандарт частоты FE-5680A по линии входных данных (контакт 8), а выходные сигналы данных от FE-5680A передаются по линии выходных данных (контакт 9). Величины напряжений входных и выходных сигналов данных указываются относительно заземляющего контакта 5 разъёма J1.

В следующем разделе описывается протокол последовательной передачи данных, используемый при взаимодействии между рубидиевым стандартом частоты FE-5680A и персональным компьютером.

Формат протокола передачи данных

2-3.2

Каждая передаваемая команда состоит из заголовка и служебных данных переменной длины. Заголовок команды содержит информацию об идентификационном номере команды, длине командного пакета данных и контрольную сумму заголовка. Некоторые командные пакеты данных могут иметь только заголовок. Если в командном пакете данных содержатся служебные данные, то они располагаются следом за контрольной суммой заголовка, а их длина определяется особенностями команды.

Формат команды:

[Command ID] [Message length] [Command checksum] [Data...Data...Data...] [Data Checksum]

где:

Command ID – идентификационный номер команды (8-ми битное целое число без знака)

Message Length – длина пакета (16-ти битное целое число без знака)

Command Checksum – контрольная сумма заголовка (8-ми битное целое число без знака)

Data – служебные данные переменной длины

Data Checksum – контрольная сумма блока служебных данных (8-ми битное целое число без знака, которое вычисляется на основе каждого байта)

В таблице 4 показана структура командного пакета данных, которая используется в протоколе последовательной передачи данных. Если какая-либо командный пакет данных содержит данные нулевой длины, то длина пакета равна 4-м байтам.

Таблица 4.

Сегмент командного пакета данных	Сдвиг	Описание
Заголовок команды	0	Идентификационный номер команды
	1	Младший байт размера длины пакета
	2	Старший байт размера длины пакета
	3	контрольная сумма заголовка
Служебные данные	4	0-й байт данных
	5	1-й байт данных
	.	
	.	
	.	
	n	n-й байт данных
	n+1	Контрольная сумма байт с 4-го по n-й

Команды

2-3.3

2-3.3.1 Установка смещения частоты с сохранением в перепрограммируемое ПЗУ - 2Ch.

Эта команда используется для задания частоты, которая затем будет сохранена рубидиевым стандартом частоты FE-5680A. Если FE-5680A будет выключен после задания частоты таким образом, то при последующем включении данное устройство будет работать на частоте установленной до выключения. Обычно, эта команда используется редко, лишь в случаях коррекции частоты при её изменении вследствие эффекта дрейфа средней частоты, вызванного старением стабилизирующего резонатора или деградацией вакуума в колбе с атомами вторичного стандарта частоты.

Примечание. Если между выключением и включением напряжения питания рубидиевого стандарта частоты прошёл длительный период времени, то это может привести к незначительному изменению выходной частоты вследствие эффекта старения.

Смещение частоты, заданное с помощью этой команды, сохраняется в перепрограммируемой микросхеме ПЗУ. Информация, содержащаяся в микросхеме ПЗУ может быть без потери перезаписана не менее 100 000 раз, однако, в случае слишком большого числа операций перезаписи (превышающих количество 100 000) сохранность записываемой информации не может быть гарантирована. Рекомендуется использовать данную команду не чаще одного раза в час. Это обеспечит срок службы перепрограммируемой микросхемы ПЗУ превышающий 10 лет.

Вводимая команда: 2C 09 00 25 aa bb cc dd <cs>

Данные: aa bb cc dd – 32-х битное целое число со знаком, где aa – крайний левый байт, a dd – крайний правый байт 32-х битного целого числа со знаком.

Длина данных: 4 байта

Длина команды: 9 байт

Примечание: Эта команда устанавливает смещение частоты. Величина смещения задаётся в виде 32-х битного целого числа со знаком.

Диапазон: 00 01 1E B1 = 73 393 = +0,5 Гц
 FF FF E1 4F = 73 393 = -0,5 Гц

2-3.3.2 Установка смещения частоты без сохранения в перепрограммируемое ПЗУ – 2Eh

Эта команда используется для выполнения установки частоты, которая не будет запоминаться рубидиевым стандартом частоты FE-5680A. Если FE-5680A будет выключен после задания частоты таким образом, то при последующем включении данное устройство будет работать на частоте, значение которой будет получено из микросхемы ПЗУ. Обычно, эта команда используется для синхронизации рубидиевого стандарта частоты FE-5680A с помощью более стабильного вторичного стандарта. Не существует ограничений на то, как часто можно использовать эту команду для FE-5680A.

Вводимая команда: 2E 09 00 27 aa bb cc dd <cs>

Данные: aa bb cc dd – 32-х битное целое число со знаком, где aa – крайний левый байт, а dd – крайний правый байт 32-х битного целого числа со знаком.

Длина данных: 4 байта

Длина команды: 9 байт

Примечание: Эта команда устанавливает смещение частоты. Величина смещения задаётся в виде 32-х битного целого числа со знаком.

Диапазон: 00 01 1E B1 = 73 393 = +0.5 Гц
FF FF E1 4F = 73 393 = -0.5 Гц

2-3.3.3 Команда для получения информации о величине смещения частоты – 2Dh

Вводимая команда: 2D 04 00 29

Длина команды: 4 байта

Результат выполнения команды: 2D 09 00 24 aa bb cc dd <cs>

Данные: aa bb cc dd – 32-х битное целое число со знаком, где aa – крайний левый байт, а dd – крайний правый байт 32-х битного целого числа со знаком.

Длина данных: 4 байта

Длина результата выполнения команды: 9 байт

Примечание: Эта команда считывает значение смещения частоты. Величина смещения представляется в виде 32-х битного целого числа со знаком.

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОМАНД

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМАНДЫ СМЕЩЕНИЯ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ БЕЗ СОХРАНЕНИЯ В ПЕРЕПРОГРАММИРУЕМОЕ ПЗУ

Предположим, что необходимо положительное смещение частоты на величину 5E-08, тогда число необходимое для этого смещения будет равно

$$5E-08 / \text{разрешение} = 5E-08 / 6,8126E-13 = 73,393 \text{ (десятичное число)}$$

для того, чтобы запрограммировать смещение частоты Вам необходимо преобразовать это десятичное число в шестнадцатеричное число

десятичное число 73 393 преобразуется в шестнадцатеричное число, имеющее вид – 00011EB1.

Для смещения частоты на требуемое значение, на стандарт частоты необходимо отправить следующие байты:

2E 09 00 27 00 01 1E B1 AE

где AE – контрольная сумма байт - 01,01,1E и B1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМАНДЫ СМЕЩЕНИЯ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ С СОХРАНЕНИЕМ В ПЕРЕПРОГРАММИРУЕМОЕ ПЗУ, ПРИ ЭТОМ ПРЕДПОЛАГАЕТСЯ, ЧТО НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЧАСТОТЫ СВЯЗАНО С ПРОЦЕССАМИ СТАРЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ УСТРОЙСТВА

Предположим, что необходимо отрицательное смещение частоты на величину 5E-08, тогда число необходимое для этого смещения будет равно

$$5E-08 / \text{разрешение} = 5E-08 / 6,8126E-13 = 73,393 \text{ (десятичное число)}$$

для того, чтобы запрограммировать смещение частоты Вам необходимо преобразовать это десятичное число в шестнадцатеричное число

десятичное число -73 393 преобразуется в шестнадцатеричное число, имеющее вид – FFFEE14F. Для выполнения отрицательного смещения Вам необходим дополнительный код числа положительного смещения.

Для смещения частоты на требуемое значение, на стандарт частоты необходимо отправить следующие байты:

2C 09 00 25 FF FE E1 4F AF

где AF – контрольная сумма байт - FF, FE, E1 и 4F

Команда, используемая в последнем примере, сохранит величину смещения частоты в долговременную память микросхемы ПЗУ.

Раздел 3. РЕМОНТ ОБОРУДОВАНИЯ

Общая информация

3-1

Данный рубидиевый стандарт частоты не содержит узлов или частей поддающихся ремонту. Все стандарты частоты, нуждающиеся в ремонте, должны быть направлены по адресу, который приводится ниже. Перед возвратом устройства изготовителю свяжитесь с отделом сбыта компании FREQUENCY ELECTRONICS INC. по добавочному номеру 5030 для получения номера разрешения на возврат изделия.