

Микросхема широкополосного синтезатора частоты до 6 ГГц со встроенным ГУН

А. Аредов¹

УДК 621.38 | ВАК 05.27.01

В компании АО «ПКК Миландр» разработана микросхема 1508 MT015 – широкополосный синтезатор частоты до 6 ГГц со встроенным ГУН. В статье представлены общее функциональное наполнение и характеристики микросхемы.

В современной аппаратуре для построения источников стабильной сетки частот в диапазоне до нескольких гигагерц в большинстве случаев используются синтезаторы частот на основе цепи фазовой автоподстройки частоты. Для этих целей в распоряжении разработчиков аппаратуры имеются микросхемы синтезаторов с фазовой автоподстройкой частоты двух типов: без встроенного генератора, управляемого напряжением (ГУН), и с его наличием в составе ИС. Совместно с микросхемами первого типа необходимо использова-

ние отдельной ИС ГУН, что увеличивает габариты схемы, делает схему более чувствительной к помехам и требует дополнительных элементов обвеса. Кроме того, номенклатура отечественных ИС ГУН невелика. Среди синтезаторов частот с интегрированным ГУН популярность у разработчиков аппаратуры завоевали микросхемы MAX2870, ADF4350. В этих микросхемах реализован октавный ГУН, диапазон частот которого для микросхемы ADF4350 составляет 2,2–4,4 ГГц, а для MAX2870 – от 3 до 6 ГГц. На рынке отечественной ЭКБ подобные ИС отсутствуют.

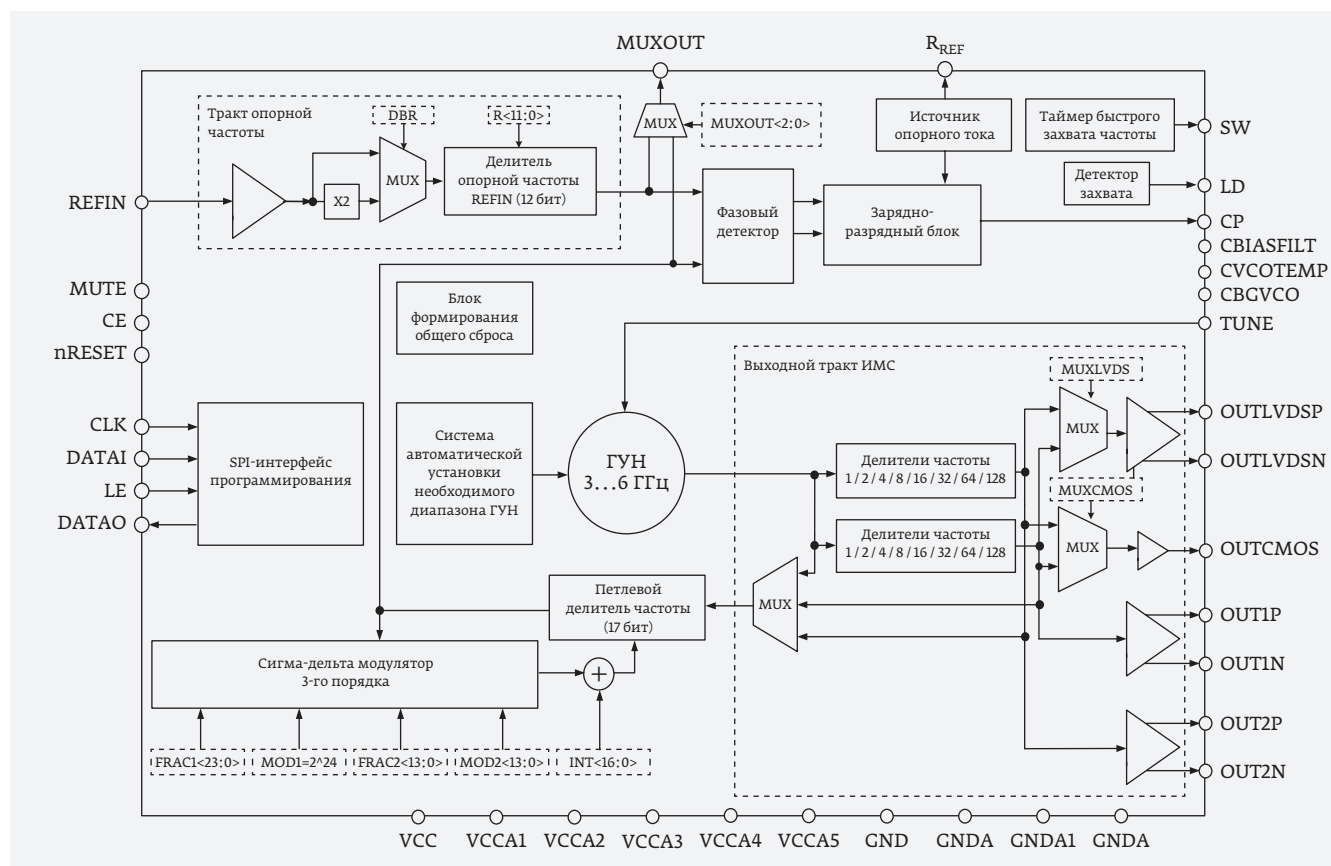


Рис. 1. Структурная схема ИМС 1508 MT015

¹ ЗАО «ПКК Миландр», инженер, aredov.alexandr@ic-design.ru.

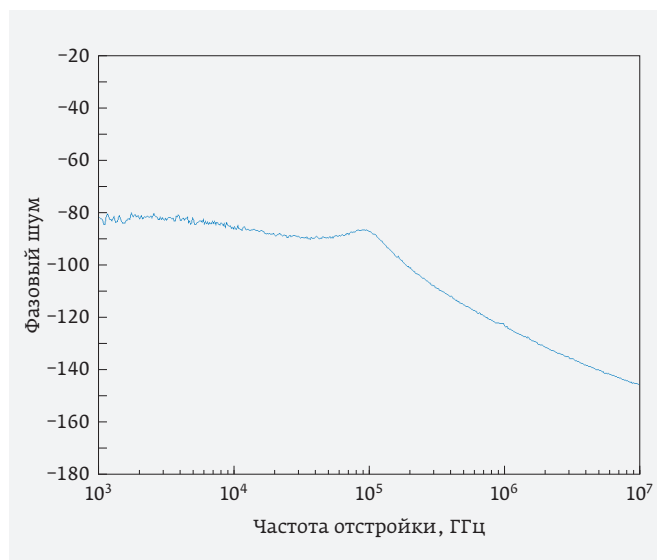


Рис. 2. Фазовый шум микросхемы синтезатора частоты 1508 MT015 на СВЧ-выходе OUT1P на частоте 6 ГГц при опорной частоте 100 МГц

В данный момент российская компания АО «ПКК Миландр» ведет разработку микросхемы, аналогичной по своему функциональному наполнению MAX2870.

Структурная схема разрабатываемой микросхемы синтезатора частоты с интегрированным ГУН (1508 MT015) представлена на рис. 1. Микросхема содержит многодиапазонный октавный ГУН на частоты от 3 до 6 ГГц. Частота с выхода ГУН, охваченного контуром ФАПЧ, может дополнительно делиться

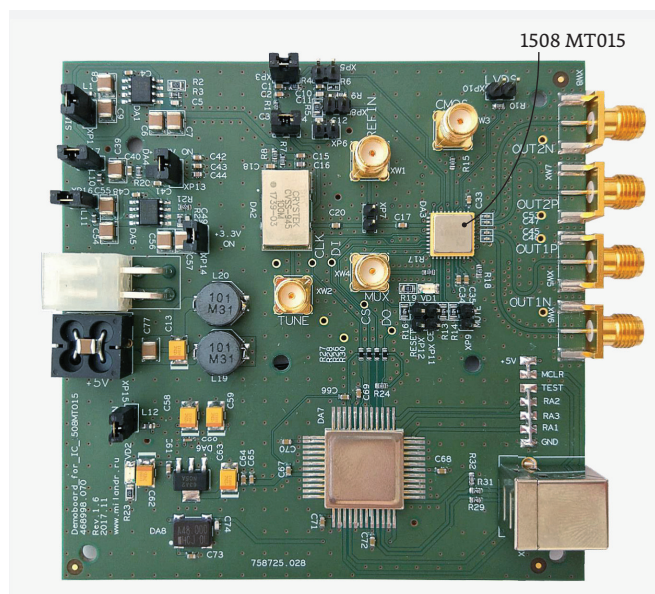


Рис. 3. Демонстрационная плата для ИМС 1508 MT015

выходными делителями частоты на 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128. Таким образом, общий частотный диапазон на СВЧ-выходах ИМС (OUT1P, OUT1N, OUT2P, OUT2N) составляет от 23,5 МГц до 6 ГГц. Помимо СВЧ-выходов, сигнал частотой до 800 МГц можно получить на выходе стандарта LVDS (OUTLVDS, OUTLVDSN), а также КМОП-сигнал частотой до 250 МГц – на выходе OUTCMOS. Синтезатор может работать как в дробном, так и в целочисленном режимах при диапазоне опорной частоты до 200 МГц.

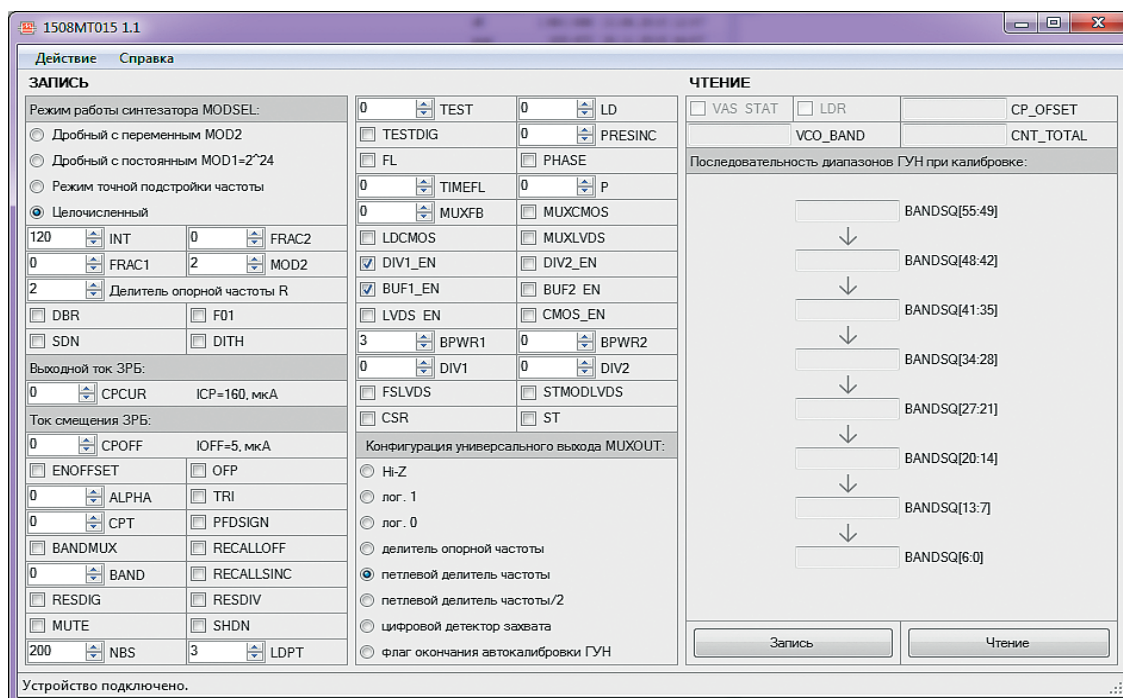


Рис. 4. Окно пользовательской программы управления ИМС 1508 MT015 в режиме доступа ко всем регистрам

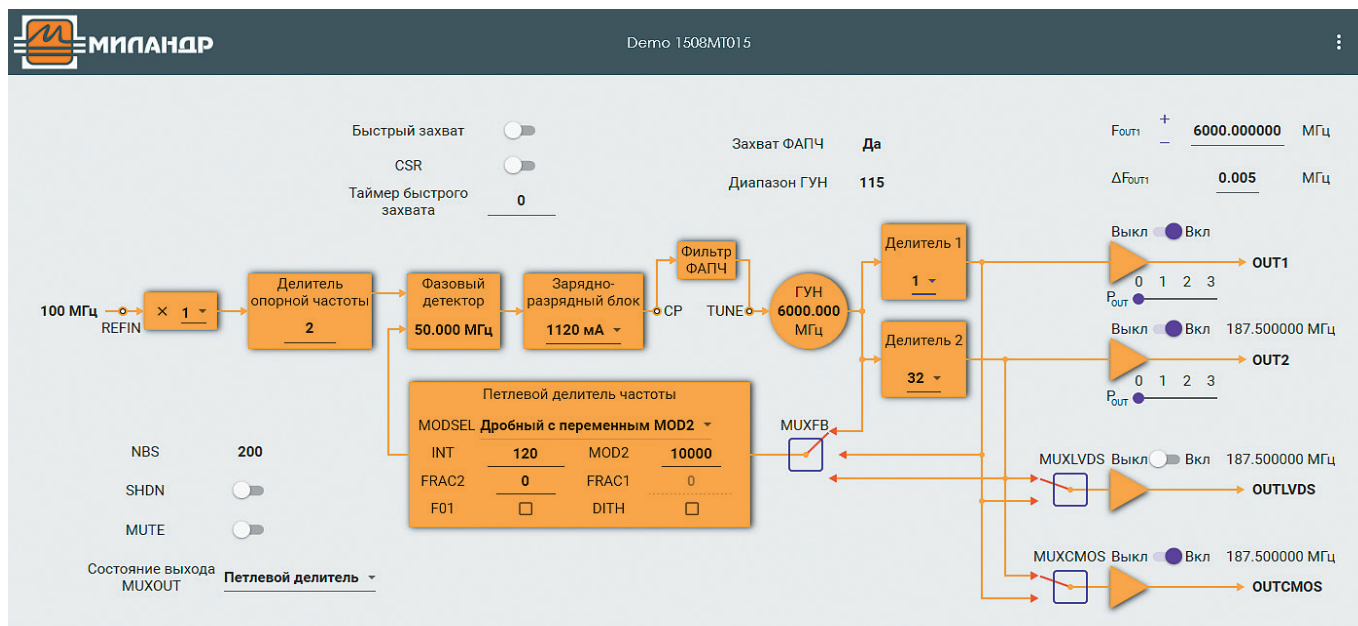


Рис. 5. Окно пользовательской программы управления ИМС 1508 MT015 в режиме User friendly

Параметры разрабатываемой микросхемы:

- диапазон выходных частот: 23,5–6 000 МГц;
- максимальный уровень мощности выходной частоты на СВЧ-выходах: 5 дБм;
- коэффициенты деления делителей выходной частоты: 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128;
- максимальная опорная частота: 200 МГц;
- максимальная частота фазового детектора: 100 МГц (целочисленный режим), 50 МГц (дробный режим);
- фазовый шум ГУН на выходной частоте 6 ГГц и отстройке 1 МГц: $-121,5$ дБн/Гц;
- фазовый шум ГУН на выходной частоте 3 ГГц и отстройке 1 МГц: -129 дБн/Гц;
- время автоматической калибровки ГУН: не более 40 мкс;
- нормированный уровень собственных шумов: -226 дБн/Гц (целочисленный режим), -222 дБн/Гц (дробный режим);
- напряжение питания: $3,3 \text{ В} \pm 10\%$;
- динамический ток потребления: не более 320 мА;
- 40-выводной металлокерамический корпус 5164.40-1.

Микросхема предназначена для построения блоков генераторов сигнала на основе фазовой автоподстройки частоты, которые могут быть применены в качестве гетеродинов радиоприемных трактов или генератора стабильной тактовой частоты.

Фазовый шум синтезатора, измеренный на СВЧ-выходе OUT1P на частоте 6 ГГц при опорной частоте 100 МГц, представлен на рис. 2.

Демонстрационная плата, поставляемая в комплекте с данной микросхемой, показана на рис. 3. Управление всеми режимами работы микросхемы осуществляется при помощи специализированного программного обеспечения, которое осуществляет взаимодействие со всеми регистрами микросхемы. В режиме User friendly (рис. 5) программа обеспечивает интуитивно понятный графический интерфейс с возможностью задания выходной частоты на выходе OUTP. При этом необходимые значения внутренних регистров вычисляются автоматически.

Широкополосный интегральный LC-ГУН в ИМС 1508 MT015. В качестве ГУН в синтезаторе частот применяется LC-генератор со 128 диапазонами, обеспечивающими общий диапазон перестройки частоты ГУН от 3 до 6 ГГц. Диапазон

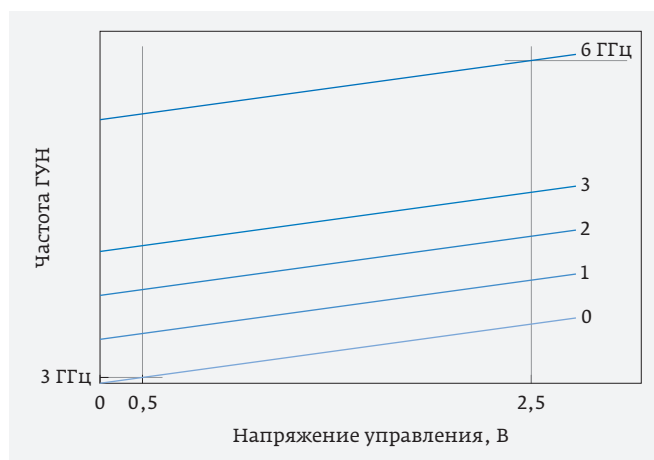
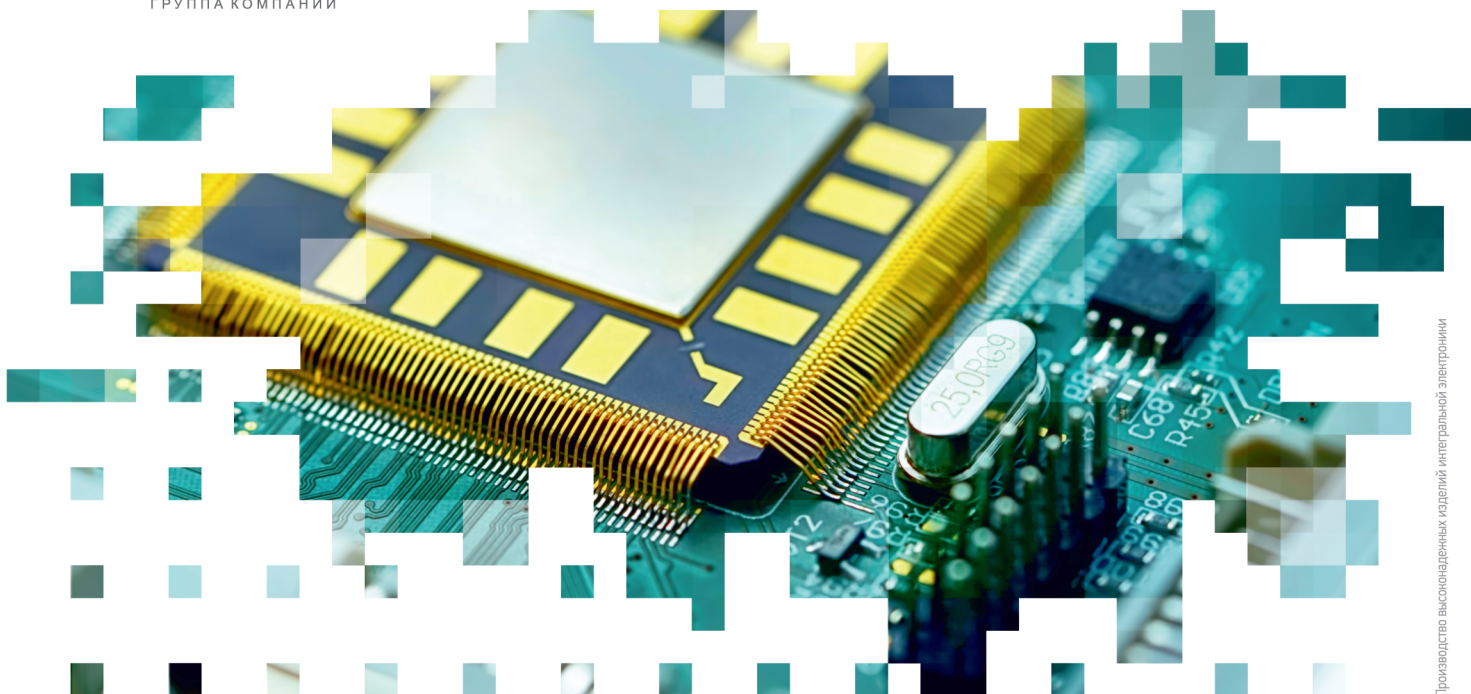


Рис. 6. Семейство перестроечных характеристик ГУН

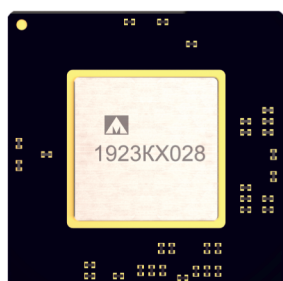


Производство высокоточных изделий интегральной электроники

1923KX028

Микросхема коммутатора интерфейса Ethernet 10/100/1000 Мбит/с
АЕНВ.431240.329ТУ

Предназначены для использования в аппаратуре специального назначения, особенно эффективен в приложениях для аудио/видео коммутирующих систем



МК 8303.576-2

Технические характеристики

- 16-порт. коммутатор сетей
- IEEE 802.3/Ethernet 10/100/1000 Мбит/с
- $U_{cc} = (3,3 \pm 0,3)$ В и $(1,1 \pm 10 \%)$ В
- Поддержка Jumbo пакетов до 9216 байт
- Потребляемая мощность 5 Вт
- QoS совместимая с IEEE 802.1p, 1
- VLAN совместимая с IEEE 802.1Q, 1
- Два MDIO интерфейсы со скоростью обмена от 2,5 до 12 Мбит/с
- Общая память пакетов, 1 Мбайт
- Интерфейс SPI master / SPI slave

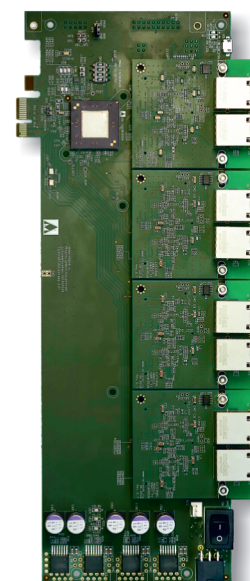
ТСКЯ.468998.072

Комплект демонстрационной платы для микросхемы 1923KX028

Комплект предназначен для ознакомления и исследования работы микросхемы 1923KX028

Состав комплекта

- 1923KX028 (коммутатор интерфейса Ethernet 10/100/1000)
- 1986BE92 (32-битный микроконтроллер на базе ядра ARM Cortex-M3)
- PCI-Express x1, стандарт 2.0 (5 ГТ/с)
- 2 интерфейса SMI (MDIO)
- 8 мезонинных плат с Ethernet PHY трансиверами (2 канала Ethernet на каждой плате)
- USB интерфейс для конфигурирования
- Термодатчик



Новизна инженерных решений

124498, г. Москва, Зеленоград, Георгиевский пр-т, д. 5 • info@milandr.ru
+7 (495) 981-54-33 • +7 (495) 981-54-36 (факс)

/ MILANDR.RU

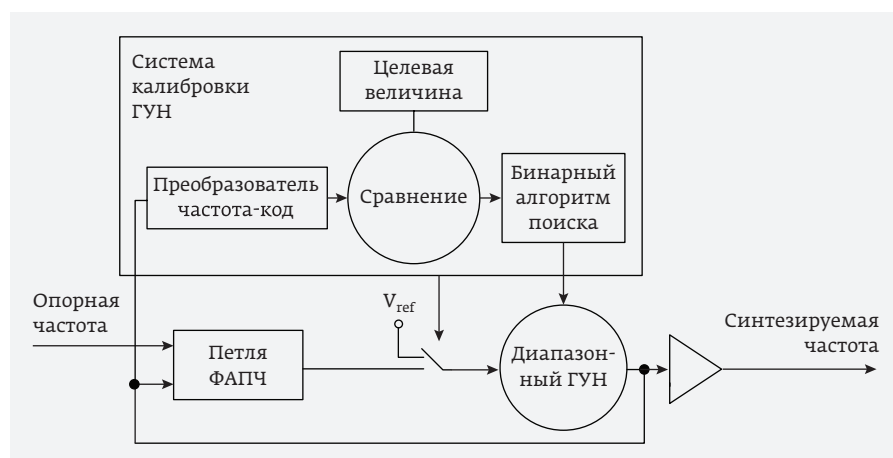


Рис. 7. Структурная схема петли ФАПЧ с системой калибровки ГУН

валидного управляющего напряжения от 0,5 до 2 В. Дискретное управление частотой порождает семейство перекрывающихся перестроечных характеристик (рис. 6).

При использовании в составе контура ФАПЧ генератора, управляемого напряжением с дискретным управлением частотой, возникает необходимость реализации системы автоматической установки необходимого поддиапазона ГУН перед тем, как начнется процесс захвата контура ФАПЧ. Упрощенная структурная схема контура ФАПЧ с системой калибровки ГУН, используемая в ИМС 1508 MT015, показана на рис. 7.

Во время поиска необходимого диапазона после загрузки всей конфигурации вычисляется целевая величина на основе выбранной опорной частоты и петлевых коэффициентов деления. На входе управляющего напряжения ГУН поддерживается постоянное напряжение, соответствующее середине поддиапазона. Частота ГУН в текущем поддиапазоне переводится в цифровой код специальным преобразователем. Затем эта величина сравнивается с целевой величиной и в соответствии с бинарным поиском (деление отрезка пополам) устанавливается новый поддиапазон ГУН. В резуль-

тате, за несколько итераций устанавливается тот поддиапазон ГУН, в котором разница между целевой величиной и текущей частотой ГУН минимальна. Время автоматической калибровки ГУН в ИМС 1508 MT015 составляет не более 40 мкс, что примерно в пять раз меньше, чем в аналоге MAX2870.

Более подробная информация о данной микросхеме, включая предварительную спецификацию, доступна на официальном сайте АО «ПКК Миландр»: https://ic.milandr.ru/products/radiochastotnye_mikroskhemy/1508mt015/#main_tab.