

ненного либо из термостойкого материала, либо содержащего термокомпенсационные элементы.

В целом результаты экспериментального исследования показывают целесообразность применения разработанного автогенератора в радиотехнических устройствах различных назначений.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ильченко М. Е., Старков М. А. Типовой конструкторский ряд цилиндрических диэлектрических резонаторов // Электронная техника. Техника СВЧ. 1985. №5. – С. 14 – 20.

УДК 621.373.12

**В.Э. Василенко, Д.В. Беляев, А.Н. Зикий, И.А. Сальный**

#### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕТЕРОДИННОГО МОДУЛЯ НА ОСНОВЕ АВТОГЕНЕРАТОРА “ОРСЕЛЬ”**

Рассматривается экспериментальное исследование макета гетеродинного модуля на основе автогенератора “Орсель”.

В известных работах [1,2,3,7] достаточно полно исследованы автогенераторы СВЧ на диэлектрических резонаторах (ДР), в том числе их термостабильность [7].

Однако в перечисленных работах не рассмотрено:

- построение микроблоков на них;
- нет экспериментальных результатов для ДР с положительным температурным коэффициентом частоты (ТКЧ);
- нет сопоставления различных моделей автогенераторов по их электрическим и масса-габаритным параметрам.

Целью настоящей работы является изучение перечисленных выше вопросов.

Ниже в табл. 1 приведены параметры трех типов генераторов СВЧ с диэлектрическими резонаторами.

Из табл. 1 видно, что практически по всем параметрам, кроме относительной нестабильности частоты, преимущество перед другими генераторами имеет генератора “Орсель”.

Модуль гетеродинов представляет собой изделие с размером корпуса 170x200x40 мм. Корпус изготовлен из алюминиевого сплава методом фрезерования. Модуль гетеродинов вставляется в базовую несущую конструкцию (БНК) БУ1.03.6 по ОСТ4Г0.410.224. На задней панели модуля установлены направляющие штыри и НЧ разъем типа РП15-50 для подачи напряжений питания и сигналов управления. На передней панели установлены 10 герметичных переходов типа СРГ50-751ФВ, два кронштейна для накладной ручки и четыре невыпадающих винта М3 для крепления в БНК БУ1.03.6.

С одной стороны корпуса выфрезерованы пять длинных узких канала для СВЧ части гетеродинов. В каждом из каналов установлены модуль генераторный “Орсель”, усилитель мощности типа М421227-3, датчик контроля мощности (ДКМ) и делитель мощности (ДМ) на два. Усилители, ДКМ и ДМ представляют собой поликорковые платы толщиной 0,5 мм, установленные на носителях. Носители с платами крепятся в корпусе винтами М2.

Таблица 1

Основные параметры автогенераторов			
Наименование параметра, размерность	“Очерет-3”	“Октет-ф”	“Орсель”
Диапазон рабочих частот, ГГц	9-18	4-9	4-18
Выходная мощность, мВт	10-30	10-30 15-45	10-30
Относительная нестабильность частоты	$\pm 2 \cdot 10^{-4}$	$\pm 2 \cdot 10^{-4}$	$\pm 2,5 \cdot 10^{-4}$
Наличие варакторной подстройки	нет	нет	есть
Пределы варакторной подстройки, МГц	0	0	3..5
Температурный коэффициент частоты (ТКЧ)	отрицательный	-	положительный
Напряжение питания, В	+15	+15	+12
Ток потребления, мА	220	80-120	120
Масса, г	$\leq 200$	$\leq 150$	$\leq 50$
Габариты, мм	-	58,5x36x40	50x25x20
Требования по монтажу на радиатор	есть	есть	нет
Конструктивное оформление выходов	гнездо тип IX ГОСТ13317	гнездо тип IX ГОСТ13317	МПЛ W=0,5 мм t=0,5 мм

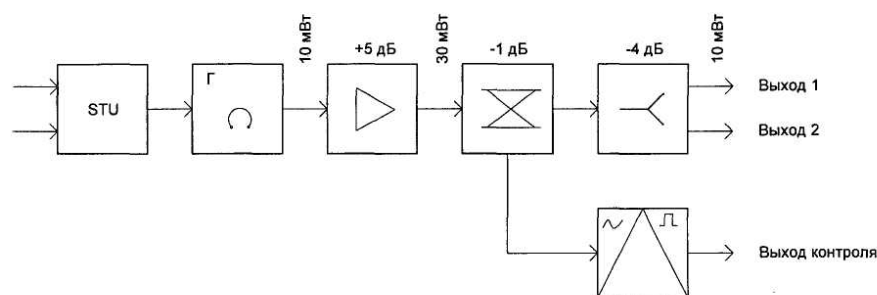


Рис. 1. Функциональная схема модуля гетеродинов (1 канал)

С другой стороны корпуса имеется один низкочастотный (НЧ) отсек. В этом отсеке установлены печатная плата размером 50x150 мм с пятью стабилизаторами напряжения на микросхемах 142ЕН3. На эту плату возлагаются функции стабилизации напряжения и выключения гетеродина внешним сигналом уровня ТТЛ. Все

связи между отсеками(питание, управление, контроль) осуществляются через мехоподавляющие фильтры типа Б23.

Экспериментальное исследование модуля гетеродинов проводилось на измерительном стенде, структурная схема которого приведена на рис. 2. Один из выходов гетеродина подключен через аттенуатор ко входу частотомера, другой выход – к согласованной нагрузке. Время счета 10-2с. Режим НГ, чувствительность - максимальная, прогрев частотомера до начала измерений не менее одного часа. Температура окружающего воздуха  $+29^{\circ}$  С. При таких условиях можно считать достоверными семь знаков в результатах измерений.



Рис. 2. Измерительный стенд

Результаты измерения выбега частоты (дрейфа частоты) за время около одного часа приведены на рис. 3 для двух разных диапазонов длин волн: двухсантиметрового и трехсантиметрового.

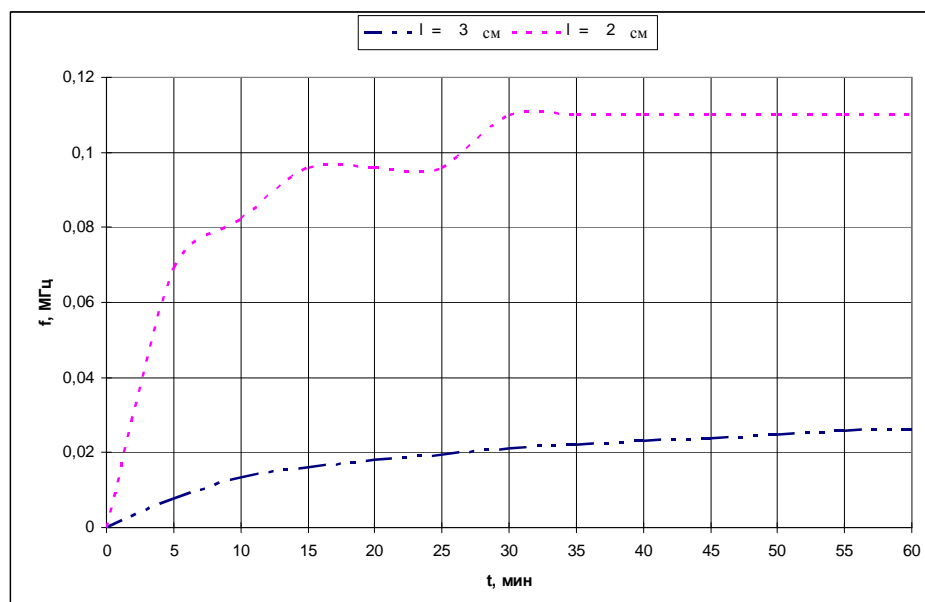


Рис. 3. Дрейф частоты для двух генераторов

### Выводы

1. Разработана эскизная документация на 5 канальный гетеродинный модуль сантиметрового диапазона с габаритами 170x200x40 мм. Модуль содержит автогенераторы “Орсель”, усилители мощности с  $R_{\text{вых}}=50$  мВт, датчик контроля мощности, делитель мощности на два и управляемый стабилизатор напряжения (вкл/выкл).
2. Высокие электрические и конструктивные параметры модуля достигнуты благодаря применению автогенераторов на диэлектрических резонаторах нового поколения типа “Орсель”.
3. Изготовлен и исследован макет гетеродинного модуля. Результаты испытаний на выбег частоты представлены на рис. 3, из которого видно, что ТКЧ положительный, выбег частоты составил около 27 кГц за первый час работы для гетеродина трехсантиметрового диапазона, и около 110 кГц для гетеродина двухсантиметрового диапазона.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Климачев И.И., Иовдальский В.А.* СВЧ ГИС. Основы технологии и конструирования. –М., Техносфера, 2006. – 352 с.
2. *Бродуленко И. И., Абраменков А. И., Ковтунов Д. А., Лебедев В. Н., Сергиенко А. М.* Стабильные и высокостабильные полупроводниковые СВЧ - генераторы на диэлектрических резонаторах. Обзор по электронной технике. Серия 1. Электроника СВЧ. Выпуск 10 (1454). М., ЦНИИ “Электроника”, 1989. – 61с.
3. *Алексейчик Л. В., Бродуленко И. И., Геворкян В. М., Казанцев Ю. А., Парышкуро Л. А.* Состояние и перспективы применения миниатюрных диэлектрических резонаторов в радиоэлектронике. Часть II. Пассивные и активные СВЧ – устройства с миниатюрными диэлектрическими резонаторами. Обзоры по электронной технике. Серия I. Электроника СВЧ. Выпуск 2 (865). М., ЦНИИ “Электроника”, 1982. –66 с.
4. Генераторы транзисторные “Очерет-3”. 6Ш2.210.266ТУ.
5. Генераторы транзисторные “Октет-ф”. 6Ш2.210.286ТУ.
6. Генераторы транзисторные “Орсель”. 6Ш2.210.340ТУ.
7. *Ковтун Д. А., Спиричева Л. А., Бродуленко И. И., Елисеева О. Ф.* Термостабильность частоты и тепловой режим гибридно-интегральных транзисторных СВЧ - генераторов. Электронная техника, Серия I. Электроника СВЧ, 1991, вып.2 (436), -С. 22-27.

УДК 621.375.087.9

**Н.Н. Прокопенко, А.С. Будяков, С.В. Крюков**

### АРХИТЕКТУРА МУЛЬТИВХОДОВЫХ ОПЕРАЦИОННЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ С ШИРОКИМ ДИНАМИЧЕСКИМ ДИАПАЗОНОМ

Архитектура мультивходовых ОУ (МОУ) на основе классических дифференциальных каскадов (ДК) с малым напряжением ограничения ( $U_{\text{гр}} \approx 50$  мВ) не обеспечивает ряд принципиальных качеств, характерных для данного класса устройств. Важнейшее из них – это динамический диапазон входных независимых друг от друга сигналов. Из-за нелинейных режимов входных ДК такой МОУ явля-