

Таким образом, практическое применение предлагаемого подхода к проектированию ППФ СВЧ - диапазона, основанного на «экспресс - технологии» [4], адаптированной к технологическим возможностям предприятия-разработчика СВЧ - аппаратуры, позволяет оптимизировать по времени и стоимости этапы НИОКР по созданию радиоаппаратуры.

#### **Литература**

1. Козлов В.А. Приёмопередающие устройства для бортовых импульсных РЛС // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2002. Т.5. №4. С. 44-47.
2. Козлов В.А., Кунилов А.Л., Шишкин Д.Р. Опыт разработки приёмопередающих устройств для бортовых импульсных РЛС миллиметрового диапазона // Труды конфер. «Новые технологии в радиоэлектронике и системах управления». 3-5 апр. 2002. г. Нижний Новгород. Т.2. С. 103-106.
3. Козлов В.А., Кунилов А.Л., Пьянов В.И. Приёмопередающее устройство бортового радиолокационного исследовательского комплекса мм-диапазона длин волн // Физика и технические приложения волновых процессов: тезисы докл. IV МНТК, - Нижний Новгород, 2005. - С. 120.
4. Козлов В.А., Кунилов А.Л., Светлаков Ю.А., Седаков А.Ю. Технология изготовления коаксиальных керамических резонаторов для СВЧ устройств // Физика и технические приложения волновых процессов: материалы XI Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург, 2012 (настоящий сборник).

### **ПРИМЕНЕНИЕ КОАКСИАЛЬНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ РЕЗОНАТОРОВ В МОЩНЫХ ВЫСОКОСТАБИЛЬНЫХ ТРАНЗИСТОРНЫХ АВТОГЕНЕРАТОРАХ**

*В.А. Козлов, А.Л. Кунилов, Ю.А. Светлаков, Д.Р. Шишкин*

(Нижний Новгород, ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е.Седакова» [niiis@niiis.nnov.ru](mailto:niiis@niiis.nnov.ru))

### **APPLICATION OF COAXIAL CERAMIC RESONATORS IN HIGH-POWER HIGH-STABLE TRANSISTOR GENERATORS**

*V.A. Kozlov, A.L. Kunilov, Yu.A. Svetlakov, D.R. Shishkin*

Актуальной проблемой создания бортовой РЭА дециметрового диапазона длин волн является разработка твердотельных передающих устройств с высокой стабильностью несущей частоты. Большинство подобных устройств проектируется на основе многокаскадной усилительно - умножительной схемы с использованием в качестве стабильного задающего генератора маломощного низкочастотного полупроводникового автогенератора, стабилизированного кварцевым резонатором, или на основе синтезаторов частоты. Данные многокаскадные передающие устройства отличаются значительными габаритами и энергопотреблением. Очевидно, что оптимальным схемотехническим решением, обеспечивающим минимальные габариты, массу и энергопотребление РЭА, явилось бы использование в передающем устройстве мощного стабильного транзисторного СВЧ - автогенератора. Однако отсутствие кварцевых резонаторов СВЧ - диапазона в силу их неспособности выдерживать высокие уровни мощности не позволяют на практике реализовать традиционный способ стабилизации частоты автогенератора.

В настоящей работе приведено описание варианта построения мощного транзисторного автогенератора, стабилизированного по частоте коаксиальным керамическим резонатором (ККР). Принципиальная схема автогенератора приведена на рис. 1.

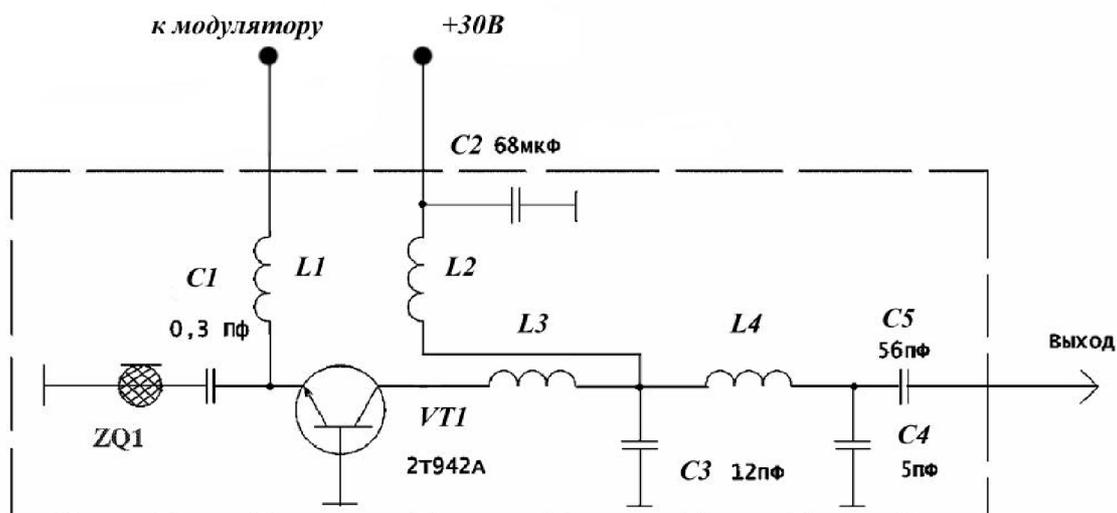


Рис. 1. Принципиальная схема автогенератора

Автогенератор построен на мощном СВЧ - транзисторе 2Т942А по двухконтурной схеме со стабилизирующим резонатором ZQ1 в цепи обратной связи. Включение транзистора VT1 – по схеме с общей базой.

Для стабилизации частоты колебаний при изменении сопротивления нагрузки и ёмкости коллекторного перехода выходная цепь автогенератора L3, C3, L4, C4 выполняется широкополосной, что обеспечивает внесение минимальных фазовых сдвигов в частотно-задающую эмиттерную цепь при воздействии дестабилизирующих факторов.

На рис. 2 приведён внешний вид автогенератора. В качестве материала стабилизирующего резонатора ZQ1 автогенератора применен керамический материал В100, обладающий высокой диэлектрической проницаемостью ( $\epsilon = 100$ ) при близком к нулю значении температурного коэффициента диэлектрической проницаемости (ТК $\epsilon$ ). Выбор материала определялся техническими требованиями к резонатору: габаритами, резонансной частотой, добротностью, температурным коэффициентом частоты. При этом выбор оптимальных размеров и электрических параметров ККР на этапе НИОКР производился в рамках системного подхода к проектированию [1] и технологического обеспечения проектирования СВЧ устройств [2], при которых учитываются имеющиеся в распоряжении разработчиков технологические средства. ККР изготавливались с применением специально разработанной «экспресс – технологии», которая позволяет изготавливать резонаторы необходимой номенклатуры методами механической обработки из заготовок в виде брусков (или полученных прессованием с применением имеющихся в производстве пресс-форм) [3], что позволило сократить сроки и затраты на разработку автогенератора.

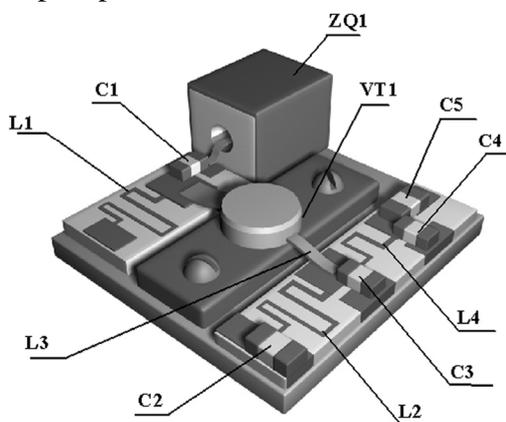


Рис. 2. Внешний вид автогенератора

Автогенератор имеет импульсную мощность 5 Вт. При этом нестабильность частоты при изменении коллекторного напряжения от 25 В до 31 В не более 0,2 МГц, при изменении температуры окружающей среды от минус 50 °С до + 50 °С - не более 0,3 МГц.

Таким образом, результаты экспериментальных исследований показывают эффективность применения изготовленного ККР в мощном транзисторном автогенераторе для повышения его частотной стабильности при воздействии внешних дестабилизирующих факторов.

#### **Литература**

1. Козлов, В.А. Системный подход к проектированию СВЧ компонентов бортовых РЛС/ В.А. Козлов, А.Ю. Седаков // Физика и технические приложения волновых процессов: материалы докладов IX Международной научно-технической конференции – Челябинск, 2010. – с. 123.
2. Козлов В.А., Светлаков Ю.А., Седаков А.Ю. Структура технологического обеспечения при системном проектировании и изготовлении СВЧ устройств: Материалы XVII Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии», ИСТ-2011. – Нижний Новгород, НГТУ, 2011, С. 92-93.
3. Козлов В.А., Кунилов А.Л., Светлаков Ю.А., Седаков А.Ю. Технология изготовления коаксиальных керамических резонаторов для СВЧ устройств // Физика и технические приложения волновых процессов: материалы XI Междунар. науч.-техн. конф. – Екатеринбург, 2012 (настоящий сборник).

#### **РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ СВЧ ИЗЛУЧЕНИЯ В ОГРАНИЧЕННОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

*С.В. Катин<sup>1</sup>, Е.А. Шорохова<sup>1</sup>, В.А. Яшинов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> Нижний Новгород, ФГУП «ФНПЦ НИИИС им. Ю.Е. Седакова», eaShorokhova@gmail.com;

<sup>2</sup> Нижний Новгород, ННГУ им. Н.И. Лобачевского, vay@rf.unn.ru)

#### **THE CALCULATION OF MICROWAVE RADIATION POWER DISTRIBUTION IN BOUNDED SPACE**

*S.V. Katin, E.A. Shorokhova, V.A. Yashnov*

Актуальность проблем распространения радиоволн внутри зданий связана, прежде всего, с созданием локальных информационных сетей и обеспечением надежной радиосвязью персонала [1]. Условия распространения радиоволн внутри помещений имеют существенные особенности, поскольку наличие стен, перегородок, мебели, радио-электронной аппаратуры, людей и других объектов создает сложную среду. Основными физическими эффектами здесь являются многолучевость, обусловленная многократными отражениями радиоволн от стен и других объектов, дифракция на многочисленных острых краях предметов, расположенных в комнате, и рассеяние радиоволн. Внутри помещений могут наблюдаться глубокие замирания уровня сигнала до 20 дБ и более, положение которых в пространстве зависит от несущей частоты сигнала и размещения объектов.

Выбор методики расчета пространственного распределения электромагнитного поля зависит от соотношения между длиной волны излучения и характерными размерами пространства. Анализ известных результатов теоретических исследований (например, [2]) показывает, что в высокочастотной области СВЧ диапазона эффективным методом расчета является лучевой (приближение геометрической оптики). В низкочастотной части диапазона длина волны излучения становится сравнимой с характерными размерами пространства, и приближение геометрической оптики не работает. В этом случае целесообразно численное решение уравнений Максвелла. В последние годы широкое распространение получил метод