

ЭЛЕКТРОННАЯ ТЕХНИКА

СЕРИЯ 1 СВЧ-ТЕХНИКА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СБОРНИК

Выпуск 3(530)

2016

Издается с 1950 г.

Главный редактор

д.т.н. А.А. Борисов

Редакционная коллегия:

к.т.н. **С.А. Зайцев** (*зам. главного редактора*),
к.т.н. **С.В. Щербаков** (*зам. главного редактора*),
к.т.н. **В.И. Бейль**, **Ю.А. Будзинский**, к.ф.-м.н. **А.В. Галдецкий**,
Б.Ф. Горбик, д.т.н. **А.Д. Закурдаев**, к.т.н. **Н.П. Зубков**,
д.т.н. **С.С. Зырин**, к.т.н. **А.С. Котов**,
д.т.н. **П.В. Куприянов**, к.т.н. **В.Г. Лапин**,
д.т.н. **М.И. Лопин**, д.т.н. **Н.А. Лябин**, **В.М. Малыщик**,
д.т.н., профессор **П.П. Мальцев** (ИСВЧ ПЭ РАН), к.т.н. **П.М. Мелешкевич**,
д.т.н., профессор **В.П. Мещанов** (ОАО «ЦНИИИА»),
к.т.н. **А.Г. Михальченков** (МКУ «Дирекция Наукограда» г. Фрязино),
д.т.н. **С.П. Морев** (ФГУП «НПП «Торий»), **О.А. Морозов** (ЗАО «НПП «Магратеп»),
к.т.н. **В.Ю. Мякиньюков**, д.ф.-м.н. **А.И. Панас** (ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН),
д.ф.-м.н. **А.Б. Пашковский**, к.ф.-м.н. **С.А. Плешанов**, **Е.Н. Покровский**,
к.т.н. **О.В. Поливникова**, к.т.н. **А.В. Потапов**,
д.т.н., профессор **Р.А. Силин**, д.т.н. **К.Г. Симонов**,
В.П. Стебунов (*ответственный секретарь*),
д.т.н. **М.М. Трифонов** (ЗАО «НПП «Исток-Система»),
д.т.н., профессор **Н.Д. Урсуляк**

Журнал зарегистрирован Министерством Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания и средств массовых коммуникаций (свидетельство ПИ № ФС 77-24651 от 6 июня 2006 г.).

Решением Президиума Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации с 29 декабря 2015 г. научно-технический сборник «Электронная техника», серия 1 «СВЧ-техника», издаваемый АО «НПП «Исток» им. Шокина» с 1950 года, включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук».

© АО «НПП «Исток» им. Шокина», 2016 г.

ELEKTRONNAYA TEKHNIKA

(Electronic Engineering)

SERIES 1

SVCH-TEKHNIKA

(Microwave Engineering)

COLLECTION OF RESEARCH & TECHNICAL ARTICLES

Issue 3(530)

2016

Founded in 1950 г.

Editor-in-chief

D.T.Sc. **A.A. Borisov**

Editorial staff:

C.T.Sc. **S.A. Zaitsev** (deputy editor-in-chief),
C.T.Sc. **S.V. Scherbakov** (deputy editor-in-chief),
C.T.Sc. **V.I. Beyl'**, U.A. **Budzinsky**, C.Ph.M.Sc. **A.V. Galdetsky**,
B.F. Gorbik, D.T.Sc. **A.D. Zakurdaev**, C.T.Sc. **N.P. Zubkov**,
D.T.Sc. **S.S. Zyrin**, C.T.Sc. **A.S. Kotov**, D.T.Sc. **P.V. Kupriyanov**,
C.T.Sc. **V.G. Lapin**, D.T.Sc. **M.I. Lopin**, D.T.Sc. **N.A. Lyabin**, **V.M. Malyschik**,
D.T.Sc., professor **P.P. Maltsev** (IMWF SE RASc), C.T.Sc. **P.M. Meleshkevich**,
D.T.Sc., professor **V.P. Meschanov** (JSC «TSNIIA»),
C.T.Sc. **A.G. Mikhailchenkov** (MBD «Directorate of the Science Town» Fryazino),
D.T.Sc. **S.P. Morev** (FSUE «RPC «Torij»), **O.A. Morozov** (JSC «RPC «Magraterp»),
C.T.Sc. **V.U. Myakinkov**, D.Ph.M.Sc. **A.I. Panas** (IRE named after V.F. Kotelnikov RASc),
D.Ph.M.Sc. **A.B. Pashkovsky**, C.Ph.M.Sc. **S.A. Pleshanov**, **E.N. Pokrovsky**,
C.T.Sc. **O.V. Polivnikova**, C.T.Sc. **A.V. Potapov**, D.T.Sc., professor **R.A. Silin**,
D.T.Sc. **K.G. Simonov**, **V.P. Stebunov** (executive secretary),
D.T.Sc. **M.M. Trifonov** (JSC RPC «Istok-System»),
D.T.Sc., professor **N.D. Ursulyak**

The journal is registered by the Ministry on mass media of the Russian Federation (certificate ПИ № ФС 77-24651 date June 6, 2006).

By the Resolution of the Presidium of the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation dated December 29, 2015 the scientific and technical collection «Elektronnaya Tekhnika», series 1 «SVCH-tekhnika» being published in JSC «RPC «Istok» named after Shokin» since 1950, has been reincluded into the «List of reviewed scientific publications in which the principal scientific results for candidate's thesis and doctoral thesis must be published»

СОДЕРЖАНИЕ

Электровакуумные приборы

<i>Галдецкий А.В., Ракова Е.А., Корепин Г.Ф., Смирнов В.А., Зубков Н.П., Лябин Н.А., Парамонов В.С., Дерябкин А.В., Куликов Е.Н., Духновский М.П.</i> – Проектирование и исследование технологии изготовления перспективной замедляющей системы для ЛБВ W-диапазона.....	8
<i>Вагин А.И., Ефремова М.В., Иванов И.М., Курушин А.А., Скрипкин Н.И.</i> – Расчет и экспериментальное исследование прототипа излучателя ФАР на синхронизированных магнетронах 3-мм диапазона.....	14
<i>Васильев В.И.</i> – Электродинамическая модель перестройки частоты цилиндрического резонатора квантового водородного генератора с помощью петли с варикапом..	20
<i>Калина В.Г., Будзинский Ю.А., Быковский С.В.</i> – Циклотронное защитное устройство. Расчет характеристического сопротивления резонатора.....	31
<i>Симоненко Л.В., Симоненко А.Н.</i> – Направленный ответитель как способ оптимизации режима работы магнетрона.....	40

Твердотельная электроника

<i>Максимов Н.А., Панас А.И.</i> – Малогабаритный сверхширокополосный генератор хаоса СВЧ-диапазона на биполярном SiGe-транзисторе.....	46
<i>Иовдальский В.А., Ганюшкина Н.В., Гринберг Д.С., Абакумова Н.В.</i> – Тепловой анализ работы мощной ГИС СВЧ-диапазона.....	53

Радиоэлектронные устройства

<i>Куприянов П.В., [Обрезан О.И.], Трофимов Д.С.</i> – Об апостериорной оценке надежности сложных радиоэлектронных устройств СВЧ.....	62
<i>Карасев М.С., Жерновенков В.А.</i> – Конструктивные особенности ППМ «Аббат-И» с применением поверхностного контактного соединителя для передачи СВЧ-энергии и НЧ-сигналов управления и электропитания.....	71
<i>Гармаш С.В., Кищинский А.А., Геворкян В.М., Казанцев Ю.А.</i> – Двухканальный волноводный сумматор мощности в X-диапазоне длин волн.....	81
<i>Данилин Н.С., Булаев И.Ю.</i> – Система искусственного интеллекта на борту космических аппаратов.....	88

Технология и материаловедение

<i>Калашиников Ю.Н., Литвиненко Н.П., Ранжин Ю.С.</i> – Автоматические установки в процессах сборки многофункциональных модулей.....	92
<i>Куручкин А.А.</i> – Методология изготовления прецизионных тонкостенных изделий сверхмалого размера.....	97
<i>Ваганов И.И., Вашин С.А., Корепин Г.Ф.</i> – Выбор способа сварки малогабаритных клистронов.....	103

Производственно-технический опыт

<i>Цай П.И., Яковлев С.В., Рокитянский А.Г., Городецкая М.В., Горшкова Е.С., Ланцов Ю.С., Ширяев Д.А.</i> – Организация системы аттестации испытательного оборудования по предприятию.....	108
--	-----

CONTENTS

Electrovacuum devices

- Galdetsky A.V., Rakova E.A., Korepin G.F., Smirnov V.A., Zubkov N.P., Lyabin N.A., Paramonov V.S., Deryabkin A.V., Kulikov E.N., Dukhnovsky M.P.* – Designing and exploring of fabrication technology of perspective slow-wave structure for W-band TWT 8
- Vagin A.I., Efremova M.V., Ivanov I.M., Kurushin A.A., Scripkin N.I.* – The calculation and experimental investigation of phased array radiator prototype on 3 mm range synchronized magnetrons..... 14
- Vasilyev V.I.* – Electrodynamics modelling of tuning hydrogen maser cylindrical cavity by means of loop with a varicap..... 20
- Kalina V.G., Budzinsky U.A., Bykovsky S.V.* – Cyclotron protective unit. Calculation of resonator characteristic impedance 31
- Simonenko L.V., Simonenko A.N.* – Directional coupler as a method of optimizing the magnetron mode of operation 40

Solid-state electronics

- Maximov N.A., Panas A.I.* – Small-size superwideband microwave chaos oscillator on bipolar SiGe transistor 46
- Iovdalsky V.A., Ganyushkina N.V., Grinberg D.S., Abakumova N.V.* – The thermal analysis of power microwave HIC operation..... 53

Radioelectronic devices

- Kupriyanov P.V., [Obrezan O.I.], Trofimov D.S.* – On posterior reliability estimate of microwave complicated radio electron devices 62
- Karasev M.S., Zhernovenkov V.A.* – The design peculiarities of transmitter-receiver module «Abbat-И» using surface contact connector for transmitting microwave energy and low frequency signals of control and electric power supply 71
- Garmash S.V., Kishchinsky A.A., Gevorkyan V.M., Kazantsev U.A.* – Two-channel waveguide power combiner in X-band wavelengths 81
- Danilin N.S., Bulayev I.U.* – The system of artificial intelligence on board the space vehicles 88

Techology and material science

- Kalashnikov U.N., Litvinenko N.P., Ranzhin U.S.* – Automatic plants in the processes of assembling multifunctional modules..... 92
- Kurochkin A.A.* – Methodology of manufacturing precision thin-walled miniature products..... 97
- Vaganov I.I., Vashin S.A., Korepin G.F.* – Choice of the method of welding of small-sized klytrons..... 103

Production and engineering experience

- Tsai P.I., Yakovlev S.V., Rokityansky A.G., Gorodetskaya M.V., Gorshkova E.S., Lantsov U.S., Shiryayev D.A.* – The arrangement of certification procedure for testing equipment at enterprise 108

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ЗАМЕДЛЯЮЩЕЙ
СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛБВ W-ДИАПАЗОНА**

**А. В. Галдецкий, Е. А. Ракова, Г. Ф. Корепин, В. А. Смирнов, Н. П. Зубков,
Н. А. Лябин, В. С. Парамонов, А. В. Дерябкин, Е. Н. Куликов, М. П. Духновский**

АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино

Рассмотрена замедляющая система на алмазном теплоотводе для ЛБВ W-диапазона. Представлены расчетные характеристики: АЧХ замедления и сопротивление связи, выходная мощность, усиление. Рассмотрены вопросы технологии изготовления данной ЗС.

КС: ЛБВ W-диапазона, ленточный пучок, CVD-алмаз, прецизионная лазерная резка, термодиффузионная пайка

**DESIGNING AND EXPLORING OF FABRICATION TECHNOLOGY
OF PERSPECTIVE SLOW-WAVE STRUCTURE FOR W-BAND TWT**

**A. V. Galdetsky, E. A. Rakova, G. F. Korepin, V. A. Smirnov, N. P. Zubkov,
N. A. Lyabin, V. S. Paramonov, A. V. Deryabkin, E. N. Kulikov, M. P. Dukhnovsky**

JSC «RPC «Istok» named after Shokin», Fryazino

A slow-wave structure on a diamond heat sink for W-range TWT has been considered. The calculated characteristics are presented: amplitude-frequency characteristics of slowdown and interaction impedance, output power, gain. The issues of manufacturing technology of the given slow-wave structure are considered.

Keywords: W-range TWT, ribbon beam, CVD-diamond, precision laser cutting, thermal-diffusion soldering

**РАСЧЕТ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ПРОТОТИПА ИЗЛУЧАТЕЛЯ ФАР
НА СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ МАГНЕТРОНАХ 3-ММ ДИАПАЗОНА**

А. И. Вагин, М. В. Ефремова, И. М. Иванов, А. А. Курушин, Н. И. Скрипкин

ОАО «Плутон» – ЗАО «РТИ-Радио», г. Москва

Приведены результаты расчета и оптимизации электродинамической системы прототипа излучателя ФАР. Система синхронизации 3-х магнетронных генераторов обеспечивает коэффициент суммирования мощности не менее 0,7 и перераспределение мощности на 4 ячейки ФАР с неравномерностью распределения по выходам не более 5 %. Представлены результаты эксперимента.

КС: излучатель ФАР, питание, 3 синхронизированных магнетрона

**THE CALCULATION AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION
OF PHASED ARRAY RADIATOR PROTOTYPE
ON 3-MM RANGE SYNCHRONIZED MAGNETRONS**

A. I. Vagin, M. V. Efremova, I. M. Ivanov, A. A. Kurushin, N. I. Scripkin

OJSC «Pluton» – CJSC «RTI-Radio», Moscow

The results of calculation and optimization of electrodynamic system of phased array radiator prototype are presented. The synchronization system of 3 magnetron oscillators provides power accumulation coefficient not less than 0.7 and power redistribution to four phased array cells with power distribution nonuniformity in four outputs not more than 5 %. The results of the experiment are shown.

Keywords: phased array radiator, feeding, 3 synchronized magnetrons

УДК 621.372.413

**ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ
ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕЗОНАТОРА КВАНТОВОГО ВОДОРОДНОГО
ГЕНЕРАТОРА С ПОМОЩЬЮ ПЕТЛИ С ВАРИКАПОМ**

В. И. Васильев

АО «ФНПЦ «НИИПИ «КВАРЦ» имени А.П. Горшкова», г. Нижний Новгород

Предложена модель, объясняющая механизм изменения частоты и добротности объемного резонатора с помощью петли с варикапом. Учтены эффекты киральности структуры. Предложены методы уменьшения изменения добротности резонатора при перестройке частоты.

КС: цилиндрический резонатор, варикап, активный водородный стандарт частоты

**ELECTRODYNAMIC MODELLING OF TUNING
HYDROGEN MASER CYLINDRICAL CAVITY
BY MEANS OF LOOP WITH A VARICAP**

V. I. Vasilyev

Institute of Electronic Measurements (IEM) «KVARZ», Nizhny Novgorod

The model for changing the cavity frequency and quality factor by means of a loop with a varicap is proposed. The effects of structure chirality are considered. Methods to reduce the change of the cavity quality factor at frequency tuning are considered.

Keywords: microwave cylindrical cavity, varicap, active hydrogen frequency standard

УДК 621.385.6

ЦИКЛОТРОННОЕ ЗАЩИТНОЕ УСТРОЙСТВО. РАСЧЁТ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ РЕЗОНАТОРА

В. Г. Калина, Ю. А. Будзинский, С. В. Быковский

АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино

Предложена методика быстрого расчёта характеристического сопротивления объёмного резонатора ЦЗУ. Сопротивление определяется в ходе компьютерных 3D-расчётов конструкции и электрических параметров ЦЗУ. Особенностью метода является контроль точности расчёта по форме частотной характеристики устройства. Приведены примеры расчёта сопротивления конкретной модели.

КС: защита СВЧ-приёмных устройств, циклотронный резонанс, характеристическое сопротивление, компьютерное 3D электромагнитное моделирование

CYCLOTRON PROTECTIVE UNIT. CALCULATION OF RESONATOR CHARACTERISTIC IMPEDANCE

V. G. Kalina, U. A. Budzinsky, S. V. Bykovsky

JSC «RPC «Istok» named after Shokin», Fryazino

The method of rapid calculation of CPU resonant cavity characteristic impedance is proposed. The impedance is defined during computer-based 3D calculations of the design and CPU electric parameters. The distinctive feature of the method is the calculation accuracy control in CPU frequency characteristic form. The examples of calculating CPU specific model impedance are presented.

Keywords: microwave receiving unit protection, cyclotron resonance, characteristic impedance, computer-based 3D electromagnetic simulation

УДК 621.385.64

НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ КАК СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА РАБОТЫ МАГНЕТРОНА

Л. В. Симоненко

АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино

А. Н. Симоненко

ЗАО «НПП «Магратен», г. Фрязино

Области применения СВЧ-энергии в технологических процессах постоянно расширяются благодаря ряду полезных свойств, таких, как простота и безынерционность регулировки выходной мощности, быстрота и равномерность СВЧ-нагрева по всему объёму, экологическая чистота энергии и получаемой продукции, высокая эффективность и т. д. Как правило, в качестве источников СВЧ-энергии в технологических установках используются магнетронные генераторы. В статье предложен один из методов оптимизации режима работы магнетрона. Рассмотрены некоторые аспекты технической реализации.

КС: магнетрон, волноводный направленный ответвитель, КСВН, оптимизация режима работы

DIRECTIONAL COUPLER AS A METHOD OF OPTIMIZING THE MAGNETRON MODE OF OPERATION

L. V. Simonenko

JSC «RPC «Istok» named after Shokin», Fryazino

A. N. Simonenko

CJSC «RPE «Magratep», Fryazino

The application fields of microwave energy in technological processes are constantly expanding thanks to a lot of useful properties such as the simplicity and inertia-free regulation of output power, high velocity and uniformity of microwave heating through the whole volume, ecological purity of energy and obtained production, high efficiency, etc. As a rule, magnetron oscillators are used as sources of microwave energy in technological installations. The article suggests one of the methods optimizing the magnetron mode of operation. Some aspects of technical realization have been considered.

Keywords: magnetron, waveguide directional coupler, VSWR, optimization of the mode of operation

УДК 621.391, 621.396

МАЛОГАБАРИТНЫЙ СВЕРХШИРОКОПОЛОСНЫЙ ГЕНЕРАТОР ХАОСА СВЧ-ДИАПАЗОНА НА БИПОЛЯРНОМ SiGe-ТРАНЗИСТОРЕ

Н. А. Максимов, А. И. Панас

Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова (Фрязинский филиал)

Российской Академии наук, г. Фрязино

Предложен, реализован и экспериментально исследован генератор Колпитца, в котором в качестве активного элемента используется биполярный SiGe-транзистор и который позволяет получать сверхширокополосные хаотические колебания в микроволновом диапазоне. Экспериментально исследован модифицированный вариант генератора, имеющий максимально простую структуру и включающий один-единственный внешний реактивный элемент (индуктивность). При этом функции внешних емкостей в генераторе выполняют емкости p - n -переходов используемого транзистора. Получена устойчивая генерация хаотических колебаний в диапазоне 1...8,5 ГГц (по уровню 10 дБ) с рекордно высокими значениями КПД (до 7 %) для данного класса генераторов.

КС: генератор Колпитца, широкополосные и сверхширокополосные хаотические колебания, СВЧ-диапазон, энергетическая эффективность, биполярный SiGe-транзистор

SMALL-SIZE SUPERWIDEBAND MICROWAVE CHAOS OSCILLATOR ON BIPOLAR SiGe TRANSISTOR

N. A. Maximov, A. I. Panas

FIRE named after V.A. Kotelnikov RAS (Fryazino branch of the Institute)

Colpitz oscillator in which bipolar SiGe transistor is used as an active element and which allows to obtain superwideband chaotic oscillations in microwave range has been proposed, realized and investigated experimentally. A modified version of the oscillator having the simplest structure and including only one external reactive element (inductance) was investigated experimentally. At this, the functions of external capacities in oscillator are fulfilled by capacities of the transistor p - n junctions. Steady generation of chaotic oscillations was obtained within 1...8.5 GHz range (in 10 dB level) with extremely high efficiency values (up to 7 %) for the given class of oscillators.

Keywords: Colpitz oscillator, wideband and superwideband chaotic oscillations, microwave range, energetic efficiency, bipolar SiGe transistor

ТЕПЛОВОЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ МОЩНОЙ ГИС СВЧ-ДИАПАЗОНА

В. А. Иовдальский, Н. В. Ганюшкина, Д. С. Гринберг, Н. В. Абакумова

АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино

Приведены результаты исследования взаимодействия тепловых полей четырёх кристаллов ПТШ фрагмента ГИС СВЧ-диапазона с параллельным сложением мощности. Показано, что увеличение коэффициента теплопроводности хорошо электро- и теплопроводящей пластины (дополнительного теплоотвода) приводит к общему снижению уровня температур пластины за счёт увеличения эффекта интегрального теплоотвода и охлаждению транзисторов, контактирующих с пластиной. Кроме того, с ростом коэффициента теплопроводности наблюдается смещение максимума температур с верхнего кристалла транзистора на нижний.

КС: кристалл ПТШ, золотой балочный вывод, ГИС СВЧ-диапазона, тепловые поля, максимальная температура нагрева

THE THERMAL ANALYSIS OF POWER MICROWAVE HIC OPERATION

V. A. Iovdalsky, N. V. Ganyushkina, D. S. Grinberg, N. V. Abakumova

JSC "RPC "Istok" named after Shokin", Fryazino

The results of investigating the interaction of thermal fields of four Schottky FET crystals of microwave HIC fragment with parallel power addition are presented. It is shown that the increase of the heat conductivity factor of electro- and thermal plate (of additional heat sink) is leading to total decrease of the plate temperature level due to integrated heat sink effect increase and cooling of transistors contacting with the plate. Besides, with the increase of the heat conductivity factor the offset of temperature maximum from the upper transistor crystal to the lower one is observed.

Keywords: Schottky FET crystal, gold beam lead, microwave HIC, thermal fields, maximal thermal temperature

ОБ АПОСТЕРИОРНОЙ ОЦЕНКЕ НАДЕЖНОСТИ СЛОЖНЫХ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ СВЧ

П. В. Куприянов, О. И. Обрезан, Д. С. Трофимов

АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино

Обсуждается проблема оценки надежности сложных радиоэлектронных устройств СВЧ единичного и мелкосерийного производства. Обращено внимание на сложность достоверного подтверждения заданной надежности указанных изделий на стадии производства. Делается вывод о перспективности апостериорного оценивания надежности на стадии эксплуатации. Приводятся основы методологии последовательного анализа безотказности и графическое отображение апостериорной методики. Отмечается основное достоинство апостериорной методики – наилучшая статистика. Делается вывод о необходимости корректировки нормативной базы, регламентирующей действия участников процесса производства и эксплуатации изделий.

КС: надежность, безотказность, СВЧ, апостериорная оценка, последовательный план испытаний, линия реализации плана

ON POSTERIOR RELIABILITY ESTIMATE OF MICROWAVE COMPLICATED RADIO ELECTRON DEVICES

P. V. Kupriyanov, **O. I. Obrezan**, D. S. Trofimov

JSC «RPC «Istok» named after Shokin», Fryazino

The problem of reliability estimate of microwave complicated radio electron devices of single-unit and small lot productions is under discussion. The attention is paid to the complexity of authentic acknowledgement of preset reliability of the given products at the stage of production. The conclusion is drawn about prospectivity of posterior reliability estimate at the stage of operation. The foundations of methodology of faultness successive analysis and graphic representation of posterior methodology have been given. The main advantage of posterior methodology – the best statistics – is marked. The conclusion is made about the necessity of correcting the normative basis regulating the work of participants of production process and system maintenance.

Keywords: reliability, faultness, microwave, posterior estimate, successive tests plan, plan realization line

УДК 621.396.62

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ППМ «Аббат-И» С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОВЕРХНОСТНОГО КОНТАКТНОГО СОЕДИНИТЕЛЯ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ СВЧ-ЭНЕРГИИ И НЧ-СИГНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ И ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ

М. С. Карасев, В. А. Жерновенков

АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино

Рассмотрены основные схемотехнические и конструктивные особенности разработки приемопередающего модуля «Аббат-И», а также представлено обоснование использования поверхностного контактного соединения модулей в составе АФАР. Описываются основные характеристики СВЧ- и НЧ-соединителей, обеспечивающих поверхностное контактное соединение, и их конструкция. Основное внимание уделено разработке измерительной оправки для контроля выходных параметров приемопередающего модуля, а также ее составных элементов.

КС: поверхностный контактный соединитель, ППМ, измерительная оправка

THE DESIGN PECULIARITIES OF TRANSMITTER-RECEIVER MODULE “Abbat-II” USING SURFACE CONTACT CONNECTOR FOR TRANSMITTING MICROWAVE ENERGY AND LOW FREQUENCY SIGNALS OF CONTROL AND ELECTRIC POWER SUPPLY

M.S. Karasev, V.A. Zhernovenkov

JSC «RPC «Istok» named after Shokin», Fryazino

The main network and design peculiarities of developing transmitter-receiver module «Abbat-II» have been considered, the evidence of using the surface contact connection of modules within the active phased array is also presented. The main characteristics of microwave and low-frequency connectors, providing surface contact connection, as well as their design are described. Special attention is paid to development of a test fixture to control output parameters of the transmitter-receiver module and its constituent elements.

Keywords: surface contact connector, TRM, test fixture

УДК 621.372.543.2

ДВУХКАНАЛЬНЫЙ ВОЛНОВОДНЫЙ СУММАТОР МОЩНОСТИ В X-ДИАПАЗОНЕ ДЛИН ВОЛН

С. В. Гармаш, А. А. Кищинский

АО «Микроволновые системы», г. Москва

В. М. Геворкян, Ю. А. Казанцев

НИУ «МЭИ», г. Москва

Представлены результаты проектирования сумматора мощности сигналов волноводных трактов, обладающего развязкой -15 дБ между подводными каналами при вносимых потерях менее 0,3 дБ в полосе частот 8,15...10,35 ГГц. Особенность проектируемого устройства заключается в ограничении его поперечных размеров.

КС: сумматор мощности, волноводный тракт, развязка между каналами, ограниченные размеры

TWO-CHANNEL WAVEGUIDE POWER COMBINER IN X-BAND WAVELENGTHS

S. V. Garmash, A. A. Kishchinsky

JSC «Microwave Systems», Moscow

V. M. Gevorkyan, U. A. Kazantsev

SRU «MEI», Moscow

The results of designing waveguides power combiner with decoupling about -15 dB between input channels at less than 0.3 dB insertion loss within 8.15...10.35 GHz frequency range have been presented. The peculiarity of the device being designed is its transverse size limitation.

Keywords: power combiner, waveguide, channels decoupling, transverse size limitations

УДК 629.7, 681.2

СИСТЕМА ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА БОРТУ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Н. С. Данилин, И. Ю. Булаев

АО «Российские космические системы», г. Москва

Рассмотрен вариант обобщённой архитектуры автономной системы обнаружения и устранения нештатных ситуаций на борту космических аппаратов, построенной на основе НЧ- и СВЧ-компонентов.

КС: автономная система обнаружения и устранения нештатных ситуаций, надёжность, космический аппарат, аппаратно-программная среда

THE SYSTEM OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE ON BOARD THE SPACE VEHICLES

N. S. Danilin, I. U. Bulayev

JSC «Russian Space Systems», Moscow

The version of generalized architecture of autonomous system built on the basis of low-frequency and microwave components for localization and elimination of contingencies on board the space vehicles has been considered.

Keywords: autonomous system for localization and elimination of contingencies, reliability, space vehicle, hardware-software medium

УДК 621.382

АВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ В ПРОЦЕССАХ СБОРКИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ

Ю. Н. Калашников, Н. П. Литвиненко, Ю. С. Ранжин

АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино

Рассмотрены основные методы монтажа монолитных интегральных схем сборки многофункциональных твердотельных модулей СВЧ, представлено описание оборудования, отвечающего требованиям автоматизированного производства.

КС: автоматизированная сборка, токопроводящий клей, модули СВЧ

AUTOMATIC PLANTS IN THE PROCESSES OF ASSEMBLING MULTIFUNCTIONAL MODULES

U. N. Kalashnikov, N. P. Litvinenko, U. S. Ranzhin

JSC «RPC «Istok» named after Shokin», Fryazino

The main methods of monolithic integrated circuit wiring when assembling multifunctional solid state microwave modules are considered; the description of the equipment meeting the requirements of automation industry is presented.

Keywords: automated assembling, current-conducting glue, microwave modules

УДК 621.91

МЕТОДОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕЦИЗИОННЫХ ТОНКОСТЕННЫХ ИЗДЕЛИЙ СВЕРХМАЛОГО РАЗМЕРА

А. А. Курочкин

АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино

Описана методология изготовления прецизионных тонкостенных изделий сверхмалого размера. Проведен анализ факторов, оказывающих влияние на процесс обработки и характеристики детали. Предложены и апробированы методы изготовления элементов фильтра. Проведены исследования влияния комбинаций стратегий обработки на получаемую геометрию изделия.

КС: тонкостенные элементы, прецизионная обработка, стратегия фрезерной обработки, миниатюрные детали

METHODOLOGY OF MANUFACTURING PRECISION THIN-WALLED MINIATURE PRODUCTS

A. A. Kurochkin

JSC «RPC «Istok» named after Shokin», Fryazino

The methodology of manufacturing precision thin-walled miniature products has been described. The factors influencing the process of part cutting and characterization have been analyzed. Methods of manufacturing filter elements were suggested and approved. Investigations of the influence of processing strategy combinations on the product geometry have been conducted.

Keywords: thin-walled elements, precision processing, strategy of milling processing, miniature parts

ВЫБОР СПОСОБА СВАРКИ МАЛОГАБАРИТНЫХ КЛИСТРОНОВ

И. И. Ваганов, С. А. Вашин, Г. Ф. Корепин

АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино

Рассмотрены особенности электронно-лучевой и аргонодуговой сварки. Показано, что применение электронно-лучевой сварки позволяет снизить технологические потери по повышенному давлению остаточных газов, течам и повышенным токам утечки по изоляторам. Приведены условия, обеспечивающие минимальное время электронно-лучевой сварки при высоком качестве ее результатов.

КС: отпаянный ЭВП, магнитный электроразрядный насос, течь, утечка, сварка

CHOICE OF THE METHOD OF WELDING OF SMALL-SIZED KLYSTRONS

I. I. Vaganov, S. A. Vashin, G. F. Korepin

JSC «RPC «Istok» named after Shokin, Fryazino

Features of electron beam and in argon welding are considered. It is shown that application of electron beam welding allows to reduce technological losses on an elevated pressure of residual gases, leaks and the raised leakage currents on insulators. The conditions providing the minimum time of electron beam welding in case of high quality of its results are given.

Keywords: sealed-off EVD, magnetic electrodischarge pump, leak, leakage, welding

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ АТТЕСТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПО ПРЕДПРИЯТИЮ

**П. И. Цай, С. В. Яковлев, А. Г. Рокитянский,
М. В. Городецкая, Е. С. Горшкова, Ю. С. Ланцов, Д. А. Ширяев**

АО «НПП «Исток» им. Шокина», г. Фрязино

Описаны разработанные методики и современная автоматизированная аппаратура для аттестации испытательного оборудования

КС: аттестация, методика аттестации, нормируемые точностные характеристики

THE ARRANGEMENT OF CERTIFICATION PROCEDURE FOR TESTING EQUIPMENT AT ENTERPRISE

**P. I. Tsai, S. V. Yakovlev, A. G. Rokityansky,
M. V. Gorodetskaya, E. S. Gorshkova, U. S. Lantsov, D. A. Shiryaev**

JSC «RPC «Istok» named after Shokin», Fryazino

The developed methodologies and up-to-date automated equipment for certification of testing equipment have been described.

Keywords: certification, certification methodology, rated precision characteristics