

2018 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering (APEDE 2018)

**Saratov, Russia
27-28 September 2018**

**Volume 1
Pages 1-509**



**IEEE Catalog Number: CFP18521-POD
ISBN: 978-1-5386-4488-1**

**Copyright © 2018 by the Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.
All Rights Reserved**

Copyright and Reprint Permissions: Abstracting is permitted with credit to the source. Libraries are permitted to photocopy beyond the limit of U.S. copyright law for private use of patrons those articles in this volume that carry a code at the bottom of the first page, provided the per-copy fee indicated in the code is paid through Copyright Clearance Center, 222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923.

For other copying, reprint or republication permission, write to IEEE Copyrights Manager, IEEE Service Center, 445 Hoes Lane, Piscataway, NJ 08854. All rights reserved.

****** This is a print representation of what appears in the IEEE Digital Library. Some format issues inherent in the e-media version may also appear in this print version.***

IEEE Catalog Number:	CFP18521-POD
ISBN (Print-On-Demand):	978-1-5386-4488-1
ISBN (Online):	978-1-5386-4487-4

Additional Copies of This Publication Are Available From:

Curran Associates, Inc
57 Morehouse Lane
Red Hook, NY 12571 USA
Phone: (845) 758-0400
Fax: (845) 758-2633
E-mail: curran@proceedings.com
Web: www.proceedings.com

CURRAN ASSOCIATES INC.
proceedings
.com

СОДЕРЖАНИЕ

Микроволновая электроника, вакуумная микроэлектроника и наноэлектроника

- Григорьев А.Д.** Терагерцевая электроника.
Grigoriev A.D. Terahertz electronics. 5
- Агафонов А.В., Горбунов М.А., Петров М.Г., Степанов Д.С., Школьников Э.Я.** Использование кода KARAT для моделирования ионного источника газонаполненных нейтронных трубок.
Agafonov A.V., Gorbunov M.A., Petrov M.G., Stepanov D.S., Shkolnikov E.Ya. Gas-filled neutron tube's ion source modeling by the KARAT code. 11
- Байков А.Ю., Байкова О.А.** О синтезе высокоэффективных CSM-клистронов методом «врезки».
Baikov A.Yu., Baikova O.A. On the synthesis of high-efficiency CSM klystrons by the «embedding» method. 17
- Агафонов А.В., Горбунов М.А., Ермаченков А.А., Степанов Д.С., Школьников Э.Я.** Влияние нерекombинировавшей плазмы ионного источника на параметры нейтронного импульса в газонаполненных нейтронных трубках.
Agafonov A.V., Gorbunov M.A., Ermachenkov A.A., Stepanov D.S., Shkolnikov E.Ya. Non-recombined plasma influence on the neutron pulse of the gas-filled neutron tube. 21
- Байков А.Ю., Байкова О.А.** О возможности построения двумерной дискретно-аналитической модели клистрона.
Baikov A.Yu., Baikova O.A. On the possibility of constructing a 2D discrete-analytical model of klystron. 28
- Гамаюнов Ю.Г., Патрушева Е.В.** Взаимодействие электронного пучка с попутной волной гребенчатой замедляющей системы.
Gamayunov Yu.G., Patrusheva E.V. Interaction of electron beam with follow wave of comb slow-structure. 34
- Агафонов А.В., Степанов Д.С., Чеботарев А.В., Школьников Э.Я.** Исследование параметров электронного эмиттера в источнике ионов типа пеннинга в газонаполненных нейтронных трубках.
Agafonov A.V., Stepanov D.S., Chebotarev A.V., Shkolnikov E.Ya. Investigation of the electron emitter parameters of the gas-filled neutron tube's penning ion source. 38

- Фунтов А.А.** Линейная теория усилителя М-типа на поглощении (усиление и шумы).
Funtov A.A. Linear theory of M-type amplifier on a bsorption (amplification and noise). 45
- Трубецков Д.И., Вдовина Г.М.** Эволюция одной идеи (лампа бегущей волны): от прошлого к будущему.
Trubetskov D.I., Vdovina G.M. Evolution of one idea (travelling wave tube): from the past to the future. 51
- Королев А.А., Прокопенко А.В.** Опыт эксплуатации микроволновых установок в технологии сушки сельскохозяйственного сырья.
Korolev A.A., Prokopenko A.V. Operating experience of microwave installations in technology of drying of agricultural raw materials. 55
- Нестеров Д.А., Царев В.А.** Выбор рабочей моды и параметров резонаторов мощного двухствольного клистрона X-диапазона.
Nesterov D.A., Tsarev V.A. Choice of cavities operating mode and parameters of high-power double-barreled X-band klystron. 60
- Швачко А.А., Захаров А.А.** Анализ влияния толщины кольцевого магнита на параметры МПФС ЛБВ О-типа.
Shvachko A.A., Zaharov A.A. Analysis of the effect the thickness of the ring magnet on the parameters of MPFS TWT O-type. 66
- Швачко А.А., Захаров А.А.** Анализ влияния технологических отклонений на параметры МПФС ЛБВ О-типа.
Shvachko A.A., Zaharov A.A. Analysis of the influence of technological deviations on the parameters of MPFS TWT O-type. 70
- Сивяков Б.К., Сивяков Д.Б.** Математическая модель ЛБВ с интенсивным электронным потоком.
Sivyakov B.K., Sivyakov D.B. Mathematical model of a traveling wave tube with an intense electron flow. 75
- Шестеркин В.И., Журавлев С.Д.** Сеточные структуры из анизотропного пиролитического графита для мощных ЭВП СВЧ.
Shesterkin V.I., Zhuravlev S.D. Grid structures made of anisotropic pyrolytic graphite for high-power electron vacuum microwave devices. 80
- Байбурин В.Б., Розов А.С., Хороводова Н.Ю.** Потери мощности в скин-слое при параметрической генерации в скрещенных полях.
Baiburin V.B., Rozov A.S., Khorovodova N.Yu. Power losses in skin layer at parametric generation in crossed fields. 86

- Байбурин В.Б., Розов А.С., Беспалова Н.В.** Влияние неоднородной магнитной индукции на параметрическую генерацию в скрещенных полях.
Vaiburin V.B., Rozov A.S., Besspalova N.V. Influence of inhomogeneous magnetic induction on parametric generation in crossed fields. 90
- Байбурин В.Б., Розов А.С., Ершов А.С.** Параметрическая генерация в скрещенных полях в пространстве взаимодействия с обращёнными катодом и анодом.
Vaiburin V.B., Rozov A.S., Ershov A.S. Parametric generation in crossed fields in the space of interaction with the curved cathode and anode. 94
- Комаров Д.А., Масленников С.П., Парамонов Ю.Н., Якушкин Е.П.** Использование внешних электрических цепей для улучшения работы коллектора мощных многолучевых клистронов.
Komarov D.A., Maslennikov S.P., Paramonov Yu.N., Yakushkin E.P. Use of external electrical circuits to improve performance of high-power multiple-beam klystron collectors. 97
- Мерлушкин И.Н., Максимова О.В.** Программа верификации калибровки векторного анализатора цепей для измерения параметров СВЧ-модулей.
Merlushkin I.N., Maksimova O.V. Program of calibration verification of vector network analyzer for measuring parameters of microwave modules. 102
- Никитин А.Б., Хабитуева Е.И.** Моделирование микрополоскового генератора сантиметрового диапазона со сверхширокополосной перестройкой частоты.
Nikitin A.B., Khabitueva E.I. Microwave ultra-wideband VCO design. 108
- Мозговой Ю.Д., Хриткин С.А., Никитина Е.М.** Дисперсионные характеристики петляющего волновода с электронным потоком.
Mozgovoi Yu.D., Khritkin S.A., Nikitina E.M. Dispersion characteristics of the folded waveguide with electron beam. 113
- Мозговой Ю.Д., Хриткин С.А., Мамонтов А.В.** Моделирование электромагнитных полей в микроволновых камерах лучевого типа.
Mozgovoi Yu.D., Khritkin S.A., Mamontov A.V. Electromagnetic fields modeling in the beam-type microwave cavities. 120

- Рыскин Н.М., Рожнёв А.Г., Стародубов А.В., Сердобинцев А.А., Павлов А.М., Галушка В.В., Кожевников И.О., Бурцев А.А., Данилушкин А.В., Навроцкий И.А., Плоских А.Э., Терентюк А.Г., Торгашов Р.А., Торгашов Г.В., Сеницын Н.И.** Разработка ламп бегущей волны миллиметрового и терагерцевого диапазонов с пространственно-развитыми замедляющими системами.
Ryskin N.M., Rozhnev A.G., Starodubov A.V., Serdobintsev A.A., Pavlov A.M., Galushka V.V., Kozhevnikov I.O., Burtsev A.A., Danilushkin A.V., Navrotsky I.A., Ploskih A.E., Terentyuk A.G., Torgashov R.A., Torgashov G.V., Sinitsyn N.I. Development of millimeter and terahertz band traveling wave tubes with spatially-developed slow-wave structures. 126
- Яфаров Р.К., Нефедов Д.В.** Формирование и влияние встроенных поверхностных потенциалов на поперечный электронный транспорт и ВАХ кремниевых МДП структур.
Yafarov R.K., Nefedov D.V. Formation and influence of the built-in surface potentials on the transversal electronic transport and the VAC of silicon MIS structures. 131
- Яфаров Р.К., Шаныгин В.Я.** Влияние плазмохимической модификации поверхности на полевую эмиссию электронов наноструктурированных кремниевых катодных матриц.
Yafarov R.K., Shanygin V.Ya. Influence of plasmochemical modification of a surface on field emission of electrons of the nanostructured silicon cathodic matrixes. 139
- Яфаров Р.К., Нефедов Д.В., Шаныгин В.Я.** Исследование планарно-торцевой автоэмиссии нанокompозитных углеродных покрытий с ультрадисперсными алмазами.
Yafarov R.K., Nefedov D.V., Shanygin V.Ya. Investigation of the planar-end field emission of nanocomposite carbon coatings with ultradispersed diamonds. 147
- Шалаев П.Д., Щербаков Ю.Н.** Синтез квазиоптимального закона изменения шага спиральных ЛБВ.
Shalaev P.D., Scherbakov Yu.N. Syntesis of the quasi-optimal pitch variation law for the helical TWT. 155
- Мучкаев В.Ю., Царев В.А.** Группировка электронного потока в трехззорном резонаторе при возбуждении высшего вида колебаний с кратной частотой.
Muchkaev V.Yu., Tsarev V.A. The grouping of electron flow in three-gap resonator at excitation of highest mode with multiple frequency. 161

- Навроцкий И.А., Бурцев А.А., Данилушкин А.В.** Параметрическое 3D моделирование низкопервеансных эллиптических электронных пучков для приборов ТГц диапазона.
Navrotsky I.A., Burtsev A.A., Danilushkin A.V. Parametric 3D modeling of low perveance elleptical electron beams for devices of THz range. 166
- Навроцкий И.А., Бурцев А.А., Данилушкин А.В., Каретникова Т.А., Рыскин Н.М., Шумихин К.В.** Разработка макета ЭОС с эллиптическими пучками для приборов ТГц диапазона.
Navrotsky I.A., Burtsev A.A., Danilushkin A.V., Karetnikova T.A., Ryskin N.M., Shumikhin K.V. Developing of EOS model with elliptical beams for THz devices. 170
- Доперальский В.В., Алмаев И.А., Данилов А.Б.** Проработка возможности динамической защиты для предотвращения перегрева ЛБВ во время эксплуатации.
Doperalski V.V., Almaev I.A., Danilov A.B. Research of the possibility of dynamic protection for prevention of overheating of TWT during operation. 175
- Бадарин А.А., Куркин С.А.** Исследование влияния ионизации остаточного газа на процессы формирования виртуального катода.
Badarin A.A., Kurkin S.A. Investigation of the effect of residual gas ionization on virtual cathode formation processes. 180
- Бадарин А.А., Куркин С.А., Фролов Н.С., Рак А.О., Храмов А.Е.** Анализ перспективных модификаций релятивистских генераторов на виртуальном катоде.
Badarin A.A., Kurkin S.A., Frolov N.S., Rak A.O., Hramov A.E. Analysis of promising modifications of relativistic generators with virtual cathode. 184
- Егоров Е.В., Малышев В.М.** Исследование опорного автогенератора сантиметрового диапазона на монолитных интегральных схемах усилителей.
Egorov E.V., Malyshev V.M. Research of X-band reference oscillator on the monolithic integral schemes of amplifiers. 187
- Алексеева Н.А., Роговин В.И., Штерн Л.А.** Уменьшение шумов в мощной ЛБВ X, Ku-диапазонов.
Alekseeva N.A., Rogovin V.I., Shtern L.A. Reducing noise in a high-power TWT X, Ku-band. 194

- Адилова А.Б., Мельникова М.М., Преображенская Н.В., Рыскин Н.М.** Влияние конкуренции мод на процессы синхронизации в гиротроне.
Adilova A.B., Melnikova M.M., Preobrazhenskaya N.V., Ryskin N.M. Influence of mode competition on synchronization in a gyrotron. 201
- Бурцев А.А., Рыскин Н.М., Данилушкин А.В., Навроцкий И.А., Шумихин К.В.** Экспериментальное исследование сходящегося ленточного пучка при разработке усилителя ТГц диапазона.
Burtsev A.A., Ryskin N.M., Danilushkin A.V., Navrotsky I.A., Shumikhin K.V. Experimental study of compressed sheet beam under THz amplifier developing. 206
- Роговин В.И., Тюрин Д.А.** Оптимизация пространства взаимодействия широкополосной ЛБВ С, X-диапазонов.
Rogovin V.I., Tyurin D.A. Optimization space of the interaction broadband TWT C, X-band. 209
- Данилов А.Б., Михайлов А.Ю., Рафалович А.Д., Роговин В.И., Сенчуров В.А., Штерн Л.А., Юдин Г.Ю.** Уменьшение рабочего напряжения широкополосных ЛБВ, как способ улучшения эксплуатационных характеристик.
Danilov A.B., Mikhailov A.Yu., Rafalovich A.D., Rogovin V.I., Senchurov V.A., Shtern L.A., Yudin G.Yu. Decrease of working voltage of broadband TWT, as a method of improving operating characteristics. 214
- Волосова А.А., Бабкова Н.И., Данилов А.Б., Мирошниченко А.Ю., Тяпкина А.В.** Применение метода твердофазного соединения при изготовлении ЗС высокомошной широкополосной ЛБВ.
Volosova A.A., Babkova N.I., Danilov A.B., Miroshnichenko A.Yu., Tyapkina A.V. Application of a method of solid-phase connection at production of slow-wave structure of high-power broadband TWT. 219
- Захаров А.А., Афонин И.Н.** Специфика использования пазовых магнитопроводящих наконечников в магнитных фокусирующих системах для ЛБВ космического назначения.
Zaharov A.A., Afonin I.N. Specificity of use the magnet-conducting tip whith groove in magnetic focusing systems for cosmic application TWT. 223

- Афонин И.Н., Кивокурцев А.Ю., Кириченко Д.И., Захаров А.А.** Настройка магнитных периодических фокусирующих систем по уровню поперечной составляющей магнитной индукции.
Afonin I.N., Kivokurcev A.Yu., Kirichenko D.I., Zaharov A.A. Configuration of magnetic periodic focusing systems by the level of cross-sectional magnetic field. 227
- Востров М.С.** Широкополосный миниатюрный многолучевой клистрон 2-см диапазона длин волн с полосой рабочих частот не менее 300 МГц и неравномерностью выходной мощности не более 1,5 дБ.
Vostrov M.S. Broadband miniature multi-beam klystron of two-centimeter wavelength range with bandwidth not less than 300 MHz and irregularity of output power not more than 1,5 dB. 232
- Федяев В.К., Горлин О.А.** Сглаживание пульсаций электронного потока реверсом магнитного поля.
Fedyayev V.K., Gorlin O.A. Fluctuations of electron beam's have been smoothed by the reverse of the magnetic field. 237
- Горлин О.А., Федяев В.К.** Автогенератор терагерцевого диапазона на основе многозазорных резонаторов.
Gorlin O.A., Fedyayev V.K. The oscillator of terahertz range on the basis of multi gap resonators. 242
- Акчурин Г.Г., Аветисян Ю.А., Абаньшин Н.П., Якунин А.Н.** Модель туннельных процессов в композитных наноструктурах для вакуумных авто- и фотоэмиссионных приборов.
Akchurin G.G., Avetisyan Yu.A., Aban'shin N.P., Yakunin A.N. Model of tunneling processes in composite nanostructures for vacuum field- and photoemission devices. 246
- Якунин А.Н., Абаньшин Н.П., Мосияш Д.С., Аветисян Ю.А., Акчурин Г.Г.** Особенности полевой эмиссии и формирования электронного потока в многоэлектродном планарном катоде
Yakunin A.N., Aban'shin N.P., Mosiyash D.S., Avetisyan Yu.A., Akchurin G.G. Features of field emission and formation of electron beam in a multi- electrode planar cathode. 249

Электродинамика и микроволновая техника

- Губский Д.С., Лонкина Д.В., Земляков В.В., Земляков В.Л.** Компьютерное моделирование электромагнитных полей в круглых волноводах с ребрами конечной толщины.
Gubsky D.S., Lonkina D.V., Zemlyakov V.V., Zemlyakov V.L. Computer simulation of electromagnetic fields in circular waveguide with finite thickness ridges. 255
- Арутюнян Р.В., Некрасов С.А.** Моделирование электрического поля в объеме с водой между обкладками конденсатора.
Harutyunyan R.V., Nekrasov S.A. Modeling of the electric field in the volume of water between the capacitor plates. 263
- Бушанский С.К., Комаров В.В.** Исследование параметров прямоугольного концентрического резонатора.
Bushanskiy S.K., Komarov V.V. Investigation of parameters of rectangular concentric resonator. 271
- Крутиев С.В., Земляков В.В., Клещенков А.Б.** Синтез эллиптического фильтра на сложных резонансных диафрагмах в прямоугольном волноводе.
Krutiev S.V., Zemlyakov V.V., Kleschenkov A.B. Synthesis of elliptic filter on complex resonant diaphragms in rectangular waveguide. 274
- Архангельский Ю.С., Юдина В.О., Раецкая О.В.** Определение исходных данных при проектировании методических СВЧ электротермических установок.
Archangelsky Yu.S., Yudina V.O., Raetzkaya O.V. Determination of initial data for designing methodical microwave electrothermic installations. 281
- Архангельский Ю.С., Юдина В.О.** Особенности конструкции и расчета методических СВЧ электротермических установок для нагрева вязкой жидкости в потоке.
Archangelsky Yu.S., Yudina V.O. Design features and calculations of methodical microwave electrothermal installations for heating viscous liquid in a stream. 284
- Медведев М.А., Олейник А.С.** Современные селективные метапоглотители терагерцевого диапазона.
Medvedev M.A., Oleynik A.S. Multiple-band metamaterial absorbers of terahertz range. 288

- Zeyde K.M., Sharov V.V.** Discernibility and MDR for the complex dielectric sphere in rectangular waveguide. 294
- Малыгин И.В.** Исследование изменений автокорреляционной функции при режекции помехи в спектре сложного сигнала.
Malygin I.V. Research of changes of autocorrelation function of the interference rejection in the spread spectrum signal. 300
- Медведев М.А., Олейник А.С.** Исследование многослойных металлодиэлектрических структур для визуализации излучения миллиметрового диапазона в реальном времени.
Medvedev M.A., Oleynik A.S. Research of metal-dielectric sandwich structures for real-time imaging of microwave radiation. 307
- Сучилин А.В., Никишин Е.Л., Павлова М.В.** Зависимость разрешающей способности от геометрии акустооптического взаимодействия в гибридном акустооптическом процессоре с двойным фурье-преобразованием.
Suchilin A.V., Nikishin E.L., Pavlova M.V. The resolution dependence on geometry of acousto-optical interaction in the acousto-optical processor with double fourier transform. 313
- Носков В.Я., Игнатков К.А., Чупахин А.П.** Влияние расстройки резонаторов на автодинные характеристики стабилизированных генераторов при сильном отражённом излучении.
Noskov V.Ya., Ignatkov K.A., Chupahin A.P. Influence of resonators' offsets on the autodyne characteristics of stabilized oscillators at the strong reflected emission. 317
- Носков В.Я., Игнатков К.А., Чупахин А.П.** Влияние внутренних параметров стабилизированных по частоте генераторов на формирование автодинных характеристик.
Noskov V.Ya., Ignatkov K.A., Chupahin A.P. Influence of internal parameters of frequency-stabilized oscillators on formation of autodyne characteristics. 323
- Носков В.Я., Игнатков К.А., Чупахин А.П.** Параметр обратной связи автодинных систем в случае сильного отражённого излучения.
Noskov V.Ya., Ignatkov K.A., Chupahin A.P. A feedback parameter of autodyne system in the case of strong reflected emission. 329
- Сивяков Б.К., Григорьян С.В., Сивяков Д.Б.** Математическая модель СВЧ-камеры на желобковом волноводе с дополнительной инъекцией СВЧ-энергии.
Sivyakov B.K., Grigorjan S.V., Sivyakov D.B. Mathematical model of microwave camera on the groove waveguide with additional injection of the microwave energy. 334

- Сивяков Д.Б., Григорьян С.В., Сивяков Б.К.** СВЧ-камера для обработки материалов с рабочей зоной на желобковом волноводе со встречными бегущими волнами.
Sivyakov D.B., Grigorjan S.V., Sivyakov B.K. Microwave camera for processing materials with worker zone on the groove waveguide with meetings travelling waves. 338
- Donets I.V., Lerer A.M., Tsvetkovskaya S.M.** Investigation of inhomogeneous cylindrical focusing structures. 343
- Донченко А.В., Заргано Г.Ф., Земляков В.В.** Методика измерений комплексной диэлектрической проницаемости в гребневом волноводе.
Donchenko A.V., Zargano G.F., Zemlyakov V.V. Method for measuring the complex permittivity using the ridged waveguide. 350
- Малышев В.М., Никитин А.Б., Хабитуева Е.И.** Использование активного диодного конвертера для линеаризации характеристик СВЧ-генератора с широкополосной перестройкой частоты.
Malyshev V.M., Nikitin A.B., Khabitueva E.I. Use of active diode converter for linearizing of characteristics of microwave generator with wideband tuning of frequency. 356
- Лерер А.М., Макеева Г.С.** Перестраиваемые поляризаторы и поглотители терагерцевого диапазона на основе графеновых метаповерхностей.
Lerer A.M., Makeeva G.S. Reconfigurable terahertz polarizers and absorbers based on graphene metasurfaces. 363
- Нефедов В.Н., Афанасьев В.В., Рябикина И.Г.** Термообработка полимерных композиционных материалов с использованием микроволнового излучения.
Nefedov V.N., Afanas'ev V.V., Ryabikina I.G. Heat treatment of polymer composite materials using microwave radiation. 371
- Нефедов В.Н., Махмудов С.А.** Моделирование микроволнового процесса термообработки материалов в устройствах лучевого типа.
Nefedov V.N., Makhmudov S.A. Modeling of microwave heat treatment of materials in devices of the radial type. 376
- Нефедов В.Н., Банов Д.К., Бушуев В.Д.** Микроволновый метод термообработки параболических антенн.
Nefedov V.N., Banov D.K., Bushuev V.D. Microwave method of heat treatment of parabolic antennas. 381

- Помыкалов В.М., Боронина В.В., Савин А.Н., Накрап И.А.** Использование свободно распространяемого программного обеспечения для решения внутренних краевых задач электродинамики методом конечных элементов.
Pomykalov V.M., Boronina V.V., Savin A.N., Nakrap I.A. Use of a free software to solve internal boundary problems of electrodynamics with a method of finite elements. 387
- Чигуров И.О., Ливчина А.В., Царев В.А.** Исследование выходного каскада миниатюрного многолучевого клистрона с двухчастотными связанными резонаторами.
Chigurov I.O., Livchina A.V., Tsarev V.A. The study of output stage of miniature multibeam klystron with associated dual-frequency cavities. 394
- Корчагин С.А., Терин Д.В., Клинаев Ю.В., Романчук С.П.** Моделирование вольт-амперных характеристик конгломерата нелинейного полупроводникового нанокompозита.
Korchagin S.A., Terin D.V., Klinayev Yu.V., Romanchuk S.P. Simulation of current-voltage characteristics of conglomerate of nonlinear semiconductor nanocomposites. 397
- Скворцов А.А., Мирошниченко В.А.** Особенности квазианалитического расчета волнового сопротивления коаксиально-секторного волновода с неоднородным диэлектрическим заполнением.
Skvortsov A.A., Miroshnichenko V.A. Peculiarities of quasi-analytical calculation of wave impedance of coaxial-sector waveguide with inhomogeneous filling. 400
- Presnyakov S.A., Kasatkin A.D., Kravchenko N.P., Stromov Yu.V., Mukhin S.V.** Modeling of discrete interaction processes in traveling-wave tube with resonator slow-wave structures of microwave and EHF ranges. 405
- Sedankin M.K., Chupina D.N., Nelin I.V., Skuratov V.A.** Development of patch textile antenna for medical robots. 413
- Грачев А.А., Садовников А.В.** Управляемый упругими деформациями многоканальный ответвитель на основе латеральной структуры.
Grachev A.A., Sadovnikov A.V. Strain-tuned multi-channel coupler based on the lateral structure. 421

- Губанов В.А., Садовников А.В.** Управляемое магнитным полем демуплексирующее устройство на основе вертикального спин-волнового транспорта в системе ортогональных ЖИГ волноводов.
Gubanov V.A., Sadovnikov A.V. Magnetic field controlled demultiplexing based on vertical spin wave transport in orthogonal system of YIG waveguides. 424
- Мартышкин А.А.** Спин-волновой фильтр на основе волновода с нарушением трансляционной симметрии.
Martyshkin A.A. Spin wave filter based on the waveguide with the broken translation symmetry. 427
- Одинцов С.А., Садовников А.В.** Направленный СВЧ-ответвитель на основе нейроморфной сети латеральных магнитных микро- и нановолноводов.
Odincov S.A., Sadovnikov A.V. Directional microwave coupler based on neuromorphic network of lateral magnetic micro- and nanowaveguides. 430
- Мирошниченко В.А., Кожанова Е.Р., Мирошниченко А.Ю.** Исследование возможности оптимизации антенных систем с учетом сложного ландшафта в сетях LTE.
Miroshnichenko V.A., Kozhanova E.R., Miroshnichenko A.Yu. Study the possibility of optimizing antenna systems, for the complex landscape in LTE networks. 433
- Мирошниченко А.Ю., Царев В.А., Акафьева Н.А.** Исследование электродинамических параметров двухзазорного квазифрактального резонатора для миниатюрного многолучевого клистрона.
Miroshnichenko A.Yu., Tsarev V.A., Akafyeva N.A. Research of electrodynamic parameters of the two-gap quasi- fractal resonator for a small-sized multi- beam klystron. 438
- Мирошниченко А.Ю., Царев В.А., Новиков А.А., Акафьева Н.А., Чернышев М.А.** Теоретическое и экспериментальное исследование двухзазорного многоканального резонатора с квазифрактальными полосковыми элементами.
Miroshnichenko A.Yu., Tsarev V.A., Novikov A.A., Akafyeva N.A., Chernyshev M.A. Theoretical and experimental investigation of the two-gap multi-channel resonator with quasi-fractal strip elements. 443

Царев В.А. Новые фрактальные и фотонно-кристаллические резонаторы для многолучевых вакуумных микроволновых приборов.

Tsarev V.A. New fractal and photonic crystal resonators for multi-beam microwave vacuum devices.

449

Баринов Д.А., Коломейцев В.А., Кузьмин Ю.А., Посадский В.Н. Трансформация электромагнитного поля основной волны прямоугольного волновода с диэлектрической пластиной, расположенной в Н-плоскости в области распространения медленных волн.

Barinov D.A., Kolomeytsev V.A., Kuzmin Yu.A., Posadskiy V.N. Transformation of the electromagnetic field of the fundamental wave of a rectangular waveguide with a dielectric plate located in the H-plane in the region slow waves propagation.

458

Баринов Д.А., Коломейцев В.А., Ковряков П.В., Посадский В.Н. Аналитическое решение задачи возбуждения электромагнитного поля в прямоугольном резонаторе с диэлектрической пластиной, расположенной в Н-плоскости.

Barinov D.A., Kolomeytsev V.A., Kovryakov P.V., Posadskiy V.N. Analytical solution of the electromagnetic field excitation problem in a rectangular resonator with a dielectric plate located in the H-plane.

466

Баринов Д.А., Коломейцев В.А., Посадский В.Н., Тяжлов В.С., Лукьянов М.А. Однощелевое возбуждение электромагнитного поля в прямоугольном резонаторе с диэлектрической пластиной, расположенной в Н-плоскости.

Barinov D.A., Kolomeitsev V.A., Posadsky V.N., Tyazhlov V.S., Lukyanov M.A. One-shot excitation of an electromagnetic field in rectangular resonator with a dielectric plate located in the H-plane.

471

Баринов Д.А., Коломейцев В.А., Ковряков П.В., Кузьмин Ю.А. Возбуждение электромагнитного поля посредством одиночной щели, расположенной на верхней стенке прямоугольного резонатора с диэлектрической пластиной на нижней стенке резонатора.

Barinov D.A., Kolomeitsev V.A., Kovryakov P.V., Kuzmin Yu.A. Excitation of the electromagnetic field by a single slit located on the upper wall of a rectangular resonator with a dielectric plate in a bottom wall.

478

- Snegur D.A., Golovin V.V., Gimpilevich Yu.B.** Influence of sige vector phase shifter characteristics on antenna array radiation pattern. 482
- Filippov I.F., Snegur D.A., Vertegel V.V.** Design of integrated temperature sensor for AESA transceiver parameters correction system. 487
- Алексеев В.В., Мещанов В.П., Саяпин К.А.** Исследование широкополосного фазовращателя на основе связанных плавных линий передачи со шлейфом.
- Alekseev V.V., Meshchanov V.P., Sayapin K.A.** Broadband phase shifter based on the coupled tapered transmission line with stub. 493
- Иванов А.В.** Моделирование параболической антенны Ku-диапазона и возможности использования метаматериалов в антенной технике.
- Ivanov A.V.** Ku-band parabolic antenna modeling and the use of metamaterials in antenna technology. 498
- Кац Б.М., Мещанов В.П., Попова Н.Ф., Туркин Я.В.** Мультифизическое моделирование согласованных коаксиальных нагрузок в диапазоне 0...50 ГГц.
- Kats B.M., Meshanov V.P., Popova N.F., Turkin Ya.V.** Multiphysics modeling of matched coaxial microwave thin film resistors in the frequency range of 0 to 50 GHz. 506

2018 International Conference on Actual Problems of Electron Devices Engineering (APEDE 2018)

**Saratov, Russia
27-28 September 2018**

**Volume 2
Pages 1-374**



**IEEE Catalog Number: CFP18521-POD
ISBN: 978-1-5386-4488-1**

СОДЕРЖАНИЕ

Технологии производства электронных приборов, силовая электроника, прикладные аспекты электронного приборостроения

- Морозов А.О., Морозов О.А., Прокопенко А.В., Федотов В.В.** Микроволновая дефростация пищевых продуктов в России: перспективы, проблемы и решения.
Morozov A.O., Morozov O.A., Prokopenko A.V., Fedotov V.V. Microwave defrosting food in Russia: prospects, problems and solutions 5
- Морозов А.О., Морозов О.А., Прокопенко А.В.** Микроволновая установка для интенсивного нагрева зерновых продуктов.
Morozov A.O., Morozov O.A., Prokopenko A.V. Microwave installation for intensive heating of grain products. 11
- Данилов А.Б., Лавричев О.В., Никулин С.М., Торгованов А.И.** Калибровка в волноводах нестандартного сечения методом LRT.
Danilov A.B., Lavrichev O.V., Nikulin S.M., Torgovanov A.I. Non-standard waveguide calibration with the use of LRT method. 16
- Торгованов А.И.** Практические аспекты измерения ТОИ.
Torgovanov A.I. Practical consideration for TOI measurements. 25
- Ахобадзе Г.Н.** Измерение влагосодержания нефтепродуктов с помощью характеристик поляризованных электромагнитных волн.
Akhobadze G.N. Measuring water content in petroleum products by characteristics of polarized electromagnetic waves. 32
- Вахнина В.В., Кувшинов А.А., Черненко А.Н.** Особенности системы заземления нейтрали силовых трансформаторов на фототиристорах при возмущениях космической погоды.
Vakhnina V.V., Kuvshinov A.A., Chernenko A.N. Special aspects of neutral grounding system of power transformers with photothyristors during space weather disturbances. 38
- Кувшинов А.А., Вахнина В.В., Черненко А.Н.** Управление режимом заземления нейтрали силовых трансформаторов с учетом насыщения магнитной системы.
Kuvshinov A.A., Vakhnina V.V., Chernenko A.N. Management of the neutral grounding mode, for power transformers with magnetic system saturation. 42

- Кувшинов А.А., Хренников А.Ю., Вахнина В.В., Черненко А.Н.** Высоковольтный тиристорный ключ для испытаний силовых трансформаторов на стойкость к токам короткого замыкания.
Kuvshinov A.A., Khrennikov A.Yu., Vakhnina V.V., Chernenko A.N. A High-voltage thyristor switch for the power transformer testing for a sustainability for short-circuit currents. 47
- Галушчак В.С., Хавроничев С.В., Бахтиаров К.Н.** Осветительные приборы с эффектом компенсации реактивной мощности.
Galushchak V.S., Havronichev S.V., Bakhtiarov K.N. Lighting fixtures with effect of compensation of jet power. 53
- Губский Д.С., Земляков В.В.** Компьютерное моделирование виртуальных измерительных стендов.
Gubsky D.S., Zemlyakov V.V. Computer modelling of virtual measuring stands. 58
- Большаков А.А., Гrepечук Ю.Н., Ключиков А.В., Сгибнев А.А.** Макет оптической системы дисплея «ИНТЕРДИСП».
Bolshakov A.A., Grepchuk Yu.N., Klyuchikov A.V., Sgibnev A.A. A model of the optical system of the INTERDISP display. 63
- Алексеев В.М., Ваганов А.В.** Применение эффекта Погкельса для систем измерения, контроля и мониторинга высокоскоростного транспорта.
Alekseev V.M., Vaganov A.V. Application of the Pockels effect for high-speed transport measurement, control and monitoring systems. 71
- Bolshakov A.A., Veshneva I.V.** Assessment of the effectiveness of decision support in the application of the information system for monitoring the process of forming competences based on status functions. 75
- Никишин Т.П., Денисов Е.С.** Релаксационные процессы в топливных элементах.
Nikishin T.P., Denisov E.S. Relaxation processes in fuel cells. 83
- Иванова А.А., Бобков А.А., Мошников В.А.** Исследование газочувствительных свойств совокупности наностержней оксида цинка при комнатной температуре.
Ivanova A.A., Bobkov A.A., Moshnikov V.A. Study of gas-sensitive properties of the array of nanorods zinc oxide at room temperature. 89

- Лашков А.В., Кочетков А.В., Васильков М.Ю., Федоров Ф.С., Варежников А.С., Беляев И.В., Плагин И.А., Сысоева О.В., Насибулин А.Г., Сысоев В.В.** Одноэлектродный газовый сенсор на основе анодированных титановых нитей.
Lashkov A.V., Kochetkov A.V., Vasilkov M.Yu., Fedorov F.S., Varezhnikov A.S., Belyaev I.V., Plugin I.A., Sysoeva O.V., Nasibulin A.G., Sysoev V.V. A Single-electrode gas sensor based on anodized titanium wires. 95
- Светлов М.С., Львов А.А., Кленов Д.В., Сытник А.А., Долинина О.Н., Светлова М.К.** Синтез информационного канала для систем дистанционного тестового контроля.
Svetlov M.S., L'vov A.A., Klenov D.V., Sytnik A.A., Dolinina O.N., Svetlova M.K. Information channel synthesis for remote test monitoring. 101
- Yurkov N.K., Grishko A.K., Lysenko A.V., Danilova E.A., Kuzina E.A.** Intellectual method for reliability assessment of radio-electronic means. 105
- Юхновец О., Максимов А.И., Семенова А.А., Налимова С.С.** Фотокаталитическая активность гетероструктур на основе оксида цинка.
Yukhnovets O., Maximov A.I., Semenova A.A., Nalimova S.S. Photocatalytic activity of zinc oxide based heterostructures. 113
- Банковский А.С., Захаров А.А., Потапов А.А.** Влияние пространственного заряда в замагниченной плоской плазме газового разряда на её свойства.
Bankovskiy A.S., Zaharov A.A., Potapov A.A. The effect of space charge in a magnetized planar plasma of a gas discharge on its properties. 118
- Тригорлый С.В., Захаров В.В.** Математическое моделирование процессов СВЧ-термообработки протяженных диэлектриков с использованием подвижных излучающих систем.
Trigorly S.V., Zakharov V.V. Mathematical modeling of the processes of microwave thermal processing of extended dielectrics with the use of mobile radiation systems. 125
- Тригорлый С.В., Захаров В.В.** Численное моделирование процессов СВЧ-сушки диэлектриков с учетом регулирования выходной мощности источника питания.
Trigorly S.V., Zakharov V.V. Numerical modeling of microwave drying dielectrics processes with regulation of power source output power. 132

- Гребенников С.А., Гребенников А.С., Громова Е.В., Орлов Н.В.** Зависимость ресурса аккумуляторных батарей от неравномерности исходных электротехнических свойств их элементов.
Grebennikov S.A., Grebennikov A.S., Gromova E.V., Orlov N.V. Dependence of the resource of batteries from the inequality of the original electrotechnical properties of their elements. 140
- Терин Д.В., Белобровая О.Я., Галушка В.В., Сидоров В.И., Полянская В.П.** Оптические и структурные свойства кремниевых нановискеров при воздействии γ -облучения.
Terin D.V., Belobrovaya O.Ya., Galushka V.V., Sidorov V.I., Polyanskaya V.P. Optical and structural properties of silicon nanowhiskers under the influence of γ -irradiation. 147
- Терин Д.В., Белобровая О.Я., Галушка В.В., Сидоров В.И., Полянская В.П., Манцуров А.А.** Влияния малых доз гамма-излучения на структурные изменения в кремнии.
Terin D.V., Belobrovaya O.Ya., Galushka V.V., Sidorov V.I., Polyanskaya V.P., Mantsurov A.A. The effect of small doses of gamma radiation on the structural characteristics in silicon. 150
- Тимергалина Г.В., Денисов Е.С.** Исследование флуктуаций литиевых аккумуляторов в режиме холостого хода.
Timergalina G.V., Denisov E.S. Study of lithium battery fluctuations in the open-circuit conditions. 153
- Афанасьев А.М., Еремина А.В.** Определение области безопасной работы силовых ключей в резонансном инверторе напряжения с синхронным управлением.
Afanasyev A.M., Eremina A.V. Defining the area of safe operation for power switches in resonant inverter of voltage with synchronous method of control. 156
- Коршунов А.В., Хватов В.М., Максимов Д.А.** Модель задержки библиотечных элементов на основе FINFET для быстрого временного анализа.
Korshunov A.V., Khvatov V.M., Maksimov D.A. FINFET standard cells delay model for fast timing analysis. 164
- Коршунов А.В., Волобуев П.С., Любчик К.С.** DC-DC преобразователи на основе генераторов с накачкой заряда для энергоэффективных реконфигурируемых систем.
Korshunov A.V., Volobuev P.S., Lyubchik K.S. Charge pump DC-DC converters for low-power reconfigurable systems. 169

- Волобуев П.С., Коршунов А.В.** Использование трехрежимных отключающих транзисторов для проектирования энергоэффективных ЦИС.
Volobuev P.S., Korshunov A.V. Design of energy-efficient digital IC with three-modal sleep transistors. 175
- Artamonov D.V., Grishko A.K., Litvinov A.N., Kochegarov I.I., Goryachev N.V.** Modeling and dynamic analysis of the structure parameters of radio-electronic modules based on the method of autonomous blocks. 180
- Lysenko A.V., Danilova E.A., Dorosinsky A.Yu., Kochegarov I.I., Brostilov S.A.** Investigation of the influence of vibrational load effect on the structural materials of electronic products. 188
- Светлов М.С., Львов А.А., Мищенко Д.А., Вагарина Н.С.** Математическая модель информационно-коммуникационных сетей.
Svetlov M.S., L'vov A.A., Mishchenko D.A., Vagarina N.S. Mathematical model of information and communication networks. 195
- Олейников А.А., Пищин О.Н., Сорокин А.А.** Структурные схемы средств сбора информации о состоянии подсистемы доступа сети оператора сотовой связи.
Oleynikov A.A., Pishin O.N., Sorokin A.A. Block diagrams of means of gathering information about the state of the subsystem access network of a cellular operator. 199
- Сергеев В.А., Васин С.В., Радаев О.А., Фролов И.В.** Измерительный комплекс для регистрации фотоэлектрического отклика светодиодных гетероструктур при локальном фотовозбуждении.
Sergeev V.A., Vasin S.V., Radaev O.A., Frolov I.V. Measuring complex for registering photoelectric response of led heterostructures under local photoexcitation. 206
- Фролов И.В., Радаев О.А., Сергеев В.А.** Разработка методики определения InGaN светодиодов, склонных к ранней деградации, по результатам токовых испытаний.
Frolov I.V., Radaev O.A., Sergeev V.A. Development of the method of determining of InGaN based leds tended to early degradation on the results of current tests. 212

- Гимпилевич Ю.Б., Михайлюк Ю.П., Савочкин А.А., Щекатурин А.А., Иськив В.М., Лукьянчиков А.В., Левин Э.А.** Умная полка RFID.
Gimpilevich Yu.B., Mikhayluc Yu.P., Savochkin A.A., Schekaturin A.A., Iskiv V.M., Lukuanchikov A.V., Levin E.A. RFID smart shelf. 216
- Максимова О.В., Николаев П.В.** Устройство тестирования тонкоплёночных электролюминесцентных индикаторов.
Maksimova O.V., Nikolaev P.V. A testing device for thin film electroluminescent indicators. 224
- Серебрякова А.С., Масленников С.П.** Твердотельные генераторы высоковольтных микросекундных импульсов для схем управления мощных электровакуумных приборов.
Serebryakova A.S., Maslennikov S.P. Solid-state high-voltage microsecond pulse generators for control circuits of power electrovacuum devices. 228
- Серебрякова А.С., Масленников С.П.** Твердотельный генератор импульсов в системе питания стенда динамических испытаний безнакальных магнетронов.
Serebryakova A.S., Maslennikov S.P. Solid-state generator in supply system of dynamic test stand of magnetrons with cold cathodes. 235
- Карнаухов Е.Д., Калистратов Н.А., Миргородская Е.Е., Митяшин Н.П., Томашевский Ю.Б.** Синтез нечеткого регулятора на основе численного эксперимента с объектом управления.
Karnaukhov E.D., Kalistratov N.A., Mirgorodskaya E.E., Mityashin N.P., Tomashevsky Yu.B. Synthesis of a fuzzy regulator based on a numerical experiment with a control object. 241
- Родионов И.В., Перинская И.В., Куц Л.Е.** Повышение термостабильности и пробивного напряжения слоев арсенида галлия ионно-лучевой модификацией при проектировании резисторов интегральных схем.
Rodionov I.V., Perinskaya I.V., Kuts L.E. Improvement of thermostability and probable voltage of hally arsenide layers by ion-radiation modification in the design of the resistors of integrated schemes. 249
- Speransky S.K., Rodionov I.V., Speransky K.S.** The use of intelligent approaches to improve the quality of coatings on electronic devices. 254

- Караваев А.С., Руннова А.Е., Куркин С.А., Храмов А.Е.** Электронный аналоговый модуль для интерфейса мозг-компьютер.
Karavaev A.S., Runnova A.E., Kurkin S.A., Hramov A.E. Electronic analog front end for brain-computer interface. 259
- Корчагин С.А., Клинаев Ю.В., Сердечный Д.В., Терин Д.В.** Программное обеспечение и цифровые методы в натурном эксперименте по исследованию диэлектрической проницаемости нанокompозитов.
Korchagin S.A., Klinaev Yu.V., Serdechnyy D.V., Terin D.V. Software and digital methods in the natural experiment for the research of dielectric permeability of nanocomposites. 262
- Кожанов Р.В., Котова К.Ю., Кожанова Е.Р.** Алгоритм сортировки магнитов при настройке магнитной периодической фокусирующей системы.
Kozhanov R.V., Kotova K.Yu., Kozhanova E.R. Sorted algorithm of magnets at the setting of the magnetic periodic focusing system. 266
- Speransky S.K., Rodionov I.V., Speransky K.S.** Calculation of band gaps in photonic crystals using FDTD algorithm. 270
- Speransky S.K., Rodionov I.V., Speransky K.S.** Modeling the process of physical vapor deposition. 276
- Кожанова Е.Р., Ткаченко И.М.** К вопросу распознавания результатов электронной спектроскопии наноструктур с применением дискретного вейвлет-преобразования.
Kozhanova E.R., Tkachenko I.M. To the problem of recognition the results of electron spectroscopy of nanostructures with the use of discrete wavelet-transformation. 280
- Медведев М.А., Олейник А.С.** Применение тонких пленок окислов ванадия в приборах терагерцевого диапазона.
Medvedev M.A., Oleynik A.S. Application of thin layer of vanadium oxide in terahertz range devices. 285
- Васецкий С.О., Заварин С.В., Лоскутова В.Н., Никишин Е.Л.** Оценка эффективности электроакустического преобразования эхоимпульсным методом.
Vasetskiy S.O., Zavarin S.V., Loskutova V.N., Nikishin E.L. Estimation of the efficiency of electro-acoustic transformation by the echo-impulse method. 290

- Афанасьев А.М., Еремина А.В., Куликов А.В.** Эффективность синхронных способов управления инвертором напряжения с резонансной нагрузкой.
Afanasyev A.M., Eremina A.V., Kulikov A.V. The efficiency of synchronous methods in controlling the voltage inverter with resonant load. 294
- Афанасьева Н.А., Афанасьев А.М., Дудник В.В., Гапонов В.Л., Кузнецов Д.М.** Регулировка мощности горизонтально-осевой ветроэнергетической установки переменной скорости вращения с учетом профиля скорости ветра.
Afanasyeva N.A., Afanasyev A.M., Dudnik V.V., Gaponov V.L., Kuznetsov D.M. Power control of the variable-speed horizontal axis wind turbine in nonlinear wind speed conditions. 298
- Vytovtov K.A., Varabanova E.A., Varabanov I.O.** Next-generation switching system based on 8x8 self-tuning optical cell. 306
- Голембиовский Ю.М., Луков Д.Ю., Томашевский Ю.Б.** Особенности реализации микрогрид на постоянном токе.
Golembiovskiy Yu.M., Lukov D.Yu., Tomashevskiy Yu.B. Features of the DC mikrogrid realization. 310
- Басков В.Н., Игнатов А.В.** Использование современных электронных аппаратов для обследования и управления транспортным потоком.
Baskov V.N., Ignatov A.V. Use of modern electronic devices for inspection and management of traffic flow. 317
- Беспалов Н.Н., Лысенков А.Е.** О тепловых режимах последовательно соединенных силовых МДП-транзисторов.
Bespalov N.N., Lysenkov A.E. About thermal modes of series-connected power MOSFETS. 323
- Нагай И.В., Нагай В.И., Цыгулев Н.И.** Несимметрия при трехфазных коротких замыканиях через электрическую дугу в электроустановках напряжением 6-10 кВ.
Nagai I.V., Nagai V.I., Tsigulev N.I. Asymmetry in three-phase short circuit through electric arc in electrical installations with voltage of 6-10 kV. 328

- Киреев П.С., Нагай И.В., Нагай В.И.** Математическая модель столба электрической дуги с учетом термодинамических процессов в токоведущих частях поврежденного оборудования.
Kireev P.S., Nagai I.V., Nagai V.I. Mathematical model of electric arc column taking into account the thermodynamic processes in the current-carrying parts of damaged equipment. 334
- Черноиван Д.Н., Некрасов С.А., Ткачев А.Н.** Моделирование аналоговых и электронных цепей при помощи стохастических методов.
Chernoivan D.N., Nekrasov S.A., Tkachev A.N. Simulation of analog and electronic circuits with approximate characteristics by means of stochastic methods. 341
- Ткачев А.Н., Некрасов С.А., Пашковский А.В., Цыгулев Н.И.** Моделирование квазистатического планарного перемагничивания изотропного ферромагнетика.
Tkachev A.N., Nekrasov S.A., Pashkovsky A.V., Tsygulev N.I. Modeling of quasi-static planar magnetization of the isotropic ferromagnet. 349
- Артюхов И.И., Степанов С.Ф., Тулепова Г.Н., Ербаев Е.Т., Тулегенов К.К.** Адаптивное управление потоками энергии в гибридной системе электроснабжения.
Artyukhov I.I., Stepanov S.F., Tulepova G.N., Erbaev E.T., Tulegenov K.K. Adaptive control of energy flows in the hybrid power supply system. 355
- Артюхов И.И., Земцов А.И., Лишенко Р.С.** Система стабилизации анодного тока магнетрона в СВЧ-установке промышленного назначения.
Artyukhov I.I., Zemtsov A.I., Lishenko R.S. System of anode current stabilization of the magnetron in the microwave installation of industrial function. 362
- Чабан В.А., Акафьева Н.А.** Разработка принципиальной схемы автоматического точечного сварочного аппарата.
Chaban V.A., Akafyeva N.A. Development of the schematic diagram of the automatic dotted welding apparatus. 368