

DOI: 10.21055/0370-1069-2022-3-70-74

УДК 664:614.31

Ю.В. Гуляев<sup>1</sup>, В.П. Мещанов<sup>2</sup>, Б.М. Кац<sup>2</sup>, Н.А. Коплевацкий<sup>2</sup>, А.А. Лопатин<sup>2</sup>, К.А. Саяпин<sup>2</sup>,  
В.А. Ёлкин<sup>2</sup>, В.В. Комаров<sup>2,3</sup>, В.Б. Байбури<sup>2,3</sup>, А.П. Рытик<sup>4</sup>

### Воздействие импульсным СВЧ-излучением на образцы пищевой продукции с целью увеличения показателей ее микробиологической безопасности и сроков хранения

<sup>1</sup>ФГБУН «Институт радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова» РАН, Москва, Российская Федерация;

<sup>2</sup>ООО «Научно-производственное предприятие «НИКА-СВЧ», Саратов, Российская Федерация;

<sup>3</sup>ФГБОУ «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», Саратов, Российская Федерация;

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», Саратов, Российская Федерация

**Цель** – исследование эффективности обеззараживания биологических материалов и сред (на примере пищевой продукции) путем воздействия импульсного (нетеплового) радиоизлучения и анализ перспектив его применения в медицине и биологии. **Материалы и методы.** Для достижения поставленной цели разработана, изготовлена и испытана экспериментальная установка, позволяющая проводить исследования процессов воздействия импульсного (нетеплового) радиоизлучения на биологические материалы и среды, в частности на примере пищевой продукции. В основе метода лежит идея оптимального управления электрофизическими параметрами облучающего радиосигнала в зависимости от типа облучаемого объекта. Для облучения использованы импульсные магнетроны с рабочей частотой  $(2,45 \pm 0,05)$  ГГц, разрешенной для медико-биологических исследований, генерирующие импульсное излучение с регулируемой мощностью в интервале  $0,1 \dots 10$  кВт. Частота следования импульсов со скважностью  $500 \dots 10000$  составляет  $0,1 \dots 5$  кГц. Установка имеет рабочую камеру, в которой размещается испытуемый образец, а также дополнительные элементы защиты магнетрона и устройства измерения параметров падающей на биологический объект СВЧ-мощности. **Результаты и обсуждение.** Установка успешно использована для облучения импульсным СВЧ-сигналом различных образцов пищевых материалов с патогенной микрофлорой (*Salmonella* spp. и др.). В частности, как показали проведенные исследования, после 28 суток хранения мясного фарша среднее арифметическое значение количества болезнетворных бактерий в облученных образцах оказалось в 27,5 раза меньше, чем в необлученных. Предварительно проведенные эксперименты в области изучения влияния импульсного СВЧ-излучения на процесс деления клеток и другие аспекты воздействия электромагнитного поля на патогенные микроорганизмы подтверждают их перспективность и целесообразность продолжения начатых экспериментов в медицине и биологии.

**Ключевые слова:** электромагнитные импульсы, обеззараживание, вирусы, патогенные микроорганизмы.

Корреспондирующий автор: Мещанов Валерий Петрович, e-mail: nika373@bk.ru.

Для цитирования: Гуляев Ю.В., Мещанов В.П., Кац Б.М., Коплевацкий Н.А., Лопатин А.А., Саяпин К.А., Ёлкин В.А., Комаров В.В., Байбури В.Б., Рытик А.П. Воздействие импульсным СВЧ-излучением на образцы пищевой продукции с целью увеличения показателей ее микробиологической безопасности и сроков хранения. Проблемы особо опасных инфекций. 2022; 3:70–74. DOI: 10.21055/0370-1069-2022-3-70-74

Поступила 29.12.2021. Отправлена на доработку 04.04.2022. Принята к публ. 11.05.2022.

Yu.V. Gulyaev<sup>1</sup>, V.P. Meshchanov<sup>2</sup>, B.M. Kats<sup>2</sup>, N.A. Koplevatsky<sup>2</sup>, A.A. Lopatin<sup>2</sup>, K.A. Sayapin<sup>2</sup>,  
V.A. Elkin<sup>2</sup>, V.V. Komarov<sup>2,3</sup>, V.B. Bayburin<sup>2,3</sup>, A.P. Rytik<sup>4</sup>

### Exposure of Food Samples to Pulsed Microwave Radiation to Increase their Microbiological Safety and Shelf Life

<sup>1</sup>Institute of Radio Engineering and Electronics named after V.A. Kotel'nikov of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation;

<sup>2</sup>Research and Production Enterprise "NIKA-SVCh", Ltd., Saratov, Russian Federation;

<sup>3</sup>Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A., Saratov, Russian Federation;

<sup>4</sup>Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky, Saratov, Russian Federation

**Abstract.** The aim of the study was to increase the efficiency of decontamination of biological material and media (by the example of food products) by pulsed (non-thermal) radio emission and assess the prospects of its application in medicine and biology. **Materials and methods.** To achieve the goal an experimental setup has been designed, manufactured and tested, which makes it possible to study the process of exposure of biological materials and media to pulsed (non-thermal) radio emission, in particular, by the example of food products. The basis of the method is optimum control of the electro-physical parameters of the irradiating radio signal, depending on the type of the irradiated object. We used pulsed magnetrons with operating frequency of  $(2.45 \pm 0.05)$  GHz, authorized for bio-medical research, generating pulsed radiation with an adjustable power within the range of  $0.1 \dots 10$  kW. The pulse repetition rate with a duty cycle of  $500 \dots 10000$  is  $0.1 \dots 5$  kHz. The setup has an operating chamber into which the test sample is placed, as well as additional elements of magnetron protection and measuring the parameters of the microwave power incident on biological object. **Results and discussion.** The setup has been successfully used to irradiate various food samples with pathogenic microflora (*Salmonella* spp. etc.) with pulsed microwave radiation. In particular, as shown by the studies, the arithmetic mean number of pathogenic bacteria in the irradiated samples of minced meat decreased by 27.5 times after 28 days of storage as compared to the control group of non-irradiated samples. Preliminary conducted experiments in the field of investigat-

ing the effect of microwave radiation on the process of cell division and other aspects of electromagnetic field influence on pathological microorganisms confirm the prospects and the expediency of continuing the ongoing studies in medicine and biology.

**Key words:** electromagnetic pulses, decontamination, viruses, pathogenic microorganisms.

**Conflict of interest:** The authors declare no conflict of interest.

**Corresponding author:** Valery P. Meshchanov, e-mail: nika373@bk.ru.

**Citation:** Gulyaev Yu.V., Meshchanov V.P., Kats B.M., Koplevatsky N.A., Lopatin A.A., Sayapin K.A., Elkin V.A., Komarov V.V., Bayburin V.B., Rytik A.P. Exposure of Food Samples to Pulsed Microwave Radiation to Increase their Microbiological Safety and Shelf Life. *Problemy Osobo Opasnykh Infektsii [Problems of Particularly Dangerous Infections]*. 2022; 3:70–74. (In Russian). DOI: 10.21055/0370-1069-2022-3-70-74

Received 29.12.2021. Revised 04.04.2022. Accepted 11.05.2022.

Gulyaev Yu.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4401-9275>  
 Meshchanov V.P., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7863-4631>  
 Kats B.M., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2666-8538>  
 Koplevatsky N.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2173-3150>  
 Lopatin A.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2911-4055>

Sayapin K.A., ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6960-7183>  
 Komarov V.V., ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2345-086X>  
 Bayburin V.B., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2056-3516>  
 Rytik A.P., ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2911-4055>

Внимание российских и зарубежных ученых уже около ста лет привлекает исследование возможностей использования электромагнитного излучения в различных областях науки и техники: биологии, физике, медицине, химии, сельском хозяйстве, производстве строительных материалов, пищевой промышленности и т.д.

Существуют два основных вида (типа) воздействия электромагнитного излучения на объекты исследования: тепловое (облучение непрерывным радиосигналом) и нетепловое (облучение низкоинтенсивным импульсным радиосигналом).

Тепловое воздействие основано на поглощении энергии электромагнитного излучения полярными молекулами и преобразовании ее в тепло. Такое воздействие хорошо изучено, и его результаты представлены в большом количестве теоретических и прикладных работ [1, 2].

В последние годы начаты исследования нетеплового воздействия электромагнитного излучения на биологические структуры [3–9]. Они связаны с использованием результатов воздействия сугубо импульсного СВЧ-излучения на организмы, клетки, вирусы, молекулы, продукты питания и т.п. Такое облучение не приводит к повышению температуры исследуемого объекта, что в большинстве случаев является позитивным фактором. Предлагаемый метод импульсного электромагнитного облучения выгодно отличается от других методов обеззараживания простотой и отсутствием долговременных побочных эффектов, сохраняет структуру и свойства облучаемого материала. Поэтому следует признать актуальным дальнейшее более детальное и глубокое изучение и исследование эффектов и механизмов воздействия импульсного электромагнитного излучения на различные биологические структуры.

### Материалы и методы

Для экспериментального изучения процессов воздействия импульсного СВЧ-радиоизлучения на биологические объекты разработана, изготовлена и испытана специальная радиоэлектронная аппаратура, которая обеспечивает необходимый набор элек-

трофизических параметров облучающего импульсного СВЧ-сигнала:

- диапазон частот воздействующего излучения;
- длительность радиосигнала;
- мощность;
- вид поляризации;
- время воздействия;
- скважность импульсов.

Уникальность аппаратуры обусловлена возможностью управлять основными электрофизическими параметрами облучающего радиосигнала для поиска оптимального режима облучения. Возможность эксплуатации такой аппаратуры вооружает исследователя ценной научной информацией, которая служит основой для понимания физического, биологического, информационного и химического механизмов взаимодействия импульсного СВЧ-излучения с клетками, молекулами и вирусами.

Источником радиосигналов в установке служат импульсные магнетроны с пиковой мощностью 1...10 кВт. Блок-схема и фотография установки показаны на рис. 1 и 2.

На магнетрон 7 подается напряжение накала и импульсное высоковольтное анодное напряжение. Импульсный высокочастотный сигнал с выхода магнетрона подается на Y-циркулятор 8, который служит для защиты магнетрона от отраженного сигнала. Далее СВЧ-мощность поступает в аттенуатор 9,

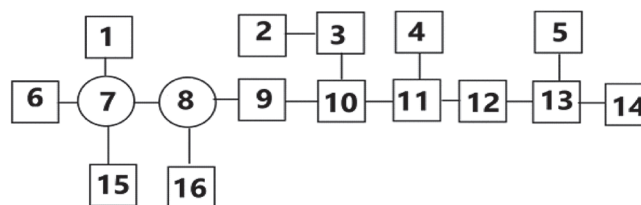


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки:

1 – система охлаждения; 2 – осциллограф; 3 – детекторная секция; 4, 5 – измерители мощности; 6 – модулятор; 7 – магнетрон; 8 – Y-циркулятор; 9 – аттенуатор; 10, 11, 13 – направленные ответвители; 12 – рабочая камера; 14, 16 – согласованные нагрузки; 15 – блок накала

Fig. 1. Flow-chart of experimental setup:

1 – cooling system; 2 – oscilloscope; 3 – detection unit; 4, 5 – power meters; 6 – modulator; 7 – magnetron; 8 – Y-circulator; 9 – attenuator; 10, 11, 13 – directional couplers; 12 – working chamber; 14, 16 – matched loads; 15 – radiance unit



Рис. 2. Внешний вид одной из модификаций экспериментальной установки

Fig. 2. General view of one of modifications of the experimental setup

регулируя вносимое ослабление которого, можно изменять мощность, поступающую в рабочую камеру. Индикация импульсов СВЧ-мощности производится на осциллографе 2, измерение мощности, падающей на испытуемый объект, производится измерителем мощности 4, а измерение мощности, прошедшей через испытуемый объект, – измерителем мощности 5. Прошедшая мощность поглощается согласованной нагрузкой.

Испытуемые материалы облучались на экспериментальной установке импульсным СВЧ-излучением на частоте  $(2,45 \pm 0,05)$  ГГц. Максимальная импульсная мощность составляла  $0,1 \dots 10,0$  кВт. Модулятор позволяет варьировать длительность импульсов в пределах  $0,1 \dots 1,5$  мкс; скважность лежит в пределах  $500 \dots 10000$ ; частота следования импульсов –  $0,1 \dots 5,0$  ГГц. Атенюатор позволяет плавно регулировать мощность, подаваемую в рабочую камеру. Разность падающей и прошедшей мощности представляет собой мощность, поглощенную облучаемым объектом.

### Результаты и обсуждение

Комплекс проведенных экспериментальных исследований с использованием созданной аппаратуры на конкретных облучаемых образцах включал в себя ряд испытаний.

Исследовано воздействие импульсным СВЧ-излучением на образцы сырого мяса с целью увеличения показателей его микробиологической безопасности и сроков хранения. Указанные экспериментальные исследования проведены совместно со специалистами Тамбовского мясокомбината ООО «Тамбовский бекон», входящего в состав группы компаний «РУСАГРО». Определено оптимальное время облучения в результате его варьирования от десятков секунд до 16 минут.

По результатам испытаний контрольных и опытных групп образцов по показателям микробиологической безопасности после хранения в течение 28 суток получены следующие результаты: бактерии группы кишечной палочки не обнаружены; сальмонеллы не обнаружены; *Listeria monocytogenes* не об-

наружены; мезофильные аэробные и факультативно-анаэробные микроорганизмы (КМАФАнМ) – зафиксировано значительное сокращение популяции колониеобразующих единиц жизнеспособных микроорганизмов. На рис. 3 представлена диаграмма зависимости количества колониеобразующих единиц КМАФАнМ в 12 опытных образцах от длительности импульсного СВЧ-воздействия, равной 4, 8, 12 и 16 минутам, а также показано количество данных микроорганизмов в контрольной группе. Несмотря на вариативность полученных результатов в рамках каждой из временных групп, даже в случае наихудшего из них (№ 7) число патогенных микроорганизмов в образце оказалось не менее чем в 8 раз меньше аналогичного показателя для контрольной группы, а среднее арифметическое значение количества колониеобразующих единиц КМАФАнМ опытной группы – не менее чем в 27,5 раза меньше, чем в контрольной.

Для производителей мясной продукции увеличение сроков ее годности при сохранении высоких органолептических свойств продукта является одним из важнейших коммерческих показателей. Это объясняется тем, что в нашей стране потребители

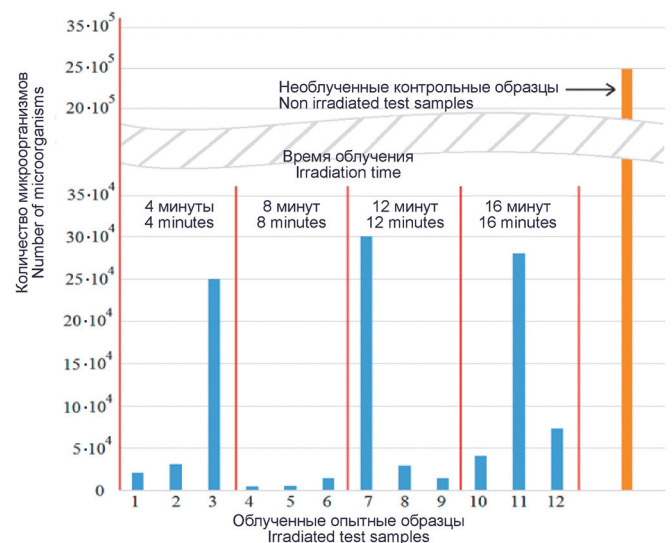


Рис. 3. КМАФАнМ опытной и контрольной групп

Fig. 3. Mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms of the experimental and control groups

мясной продукции зачастую могут находиться на расстоянии тысяч километров от места производства, что требует длительных сроков перевозок данной продукции с сохранением ее качества и гарантированной безопасности для потребителей.

Совместно с технологами Саратовского мясокомбината (ИП Фишер М.В.) проведена работа, связанная со значительным увеличением сроков хранения мяса и мясной продукции, а также с увеличением сроков хранения (при сохранении высоких органолептических свойств) готовых блюд из овощей, фруктов и зелени для предприятий общественного питания: кафе, ресторанов и столовых школ, вузов, техникумов, предприятий.

Результаты проведенных конкретных испытаний широкого диапазона контрольных и опытных групп образцов показали положительную динамику по срокам хранения растительных продуктов и вкусовым свойствам приготовленных из них блюд.

Совместно с учеными Саратовского национального исследовательского государственного университета имени Н.Г. Чернышевского проведены предварительные исследования медицинской направленности по определению режимов облучающего импульсного СВЧ-радиосигнала, максимально подавляющего онкологические новообразования в организме человека. Кроме того, проведены исследования по определению влияния импульсного электромагнитного излучения на характер автоколебательных химических процессов (реакция Бриггса – Раушера). Показана возможность изменения периода реакции, остановки и перезапуска так называемого химического сердца.

Введение в строй установки по импульсному облучению биологических материалов совпало по времени с возникновением и распространением в мире нового вида опасной коронавирусной инфекции COVID-19. Острая ситуация с пандемией коронавируса уже нашла отражение в научных публикациях. Изложенные выше результаты эксплуатации созданной экспериментальной установки позволяют сформулировать не только необходимые выводы и перспективы дальнейшей работы по решению упомянутых в статье задач, но и обозначить их развитие в направлении решения новых возникших проблем, провести анализ выявленных предположений, версий и гипотез. Они требуют дальнейшего глубокого изучения механизмов взаимодействия импульсного электромагнитного излучения СВЧ-диапазона и различных биологических объектов: живых организмов, продуктов питания, клеток, вирусов, бактерий и т.п. Для этого в ближайшее время актуальным и перспективным следует признать проведение экспериментальных исследований по следующим научным направлениям:

– оценить воздействие импульсного СВЧ-излучения на различные виды вирусов, которое с высокой степенью вероятности может привести к их уничтожению, лишению способности размножать-

ся, проникать в клетки человеческого организма и возбуждать образование новых разновидностей вирусов;

– провести глубокий анализ эффекта воздействия импульсного СВЧ-излучения на скорость химических реакций (скорость диффузии);

– исследовать зависимость результатов облучения биологических объектов и показателей их эффективности от типа поляризации облучающего импульсного СВЧ-сигнала;

– экспериментальным путем провести подробное исследование гипотезы, описывающей механизм воздействия импульсного СВЧ-излучения на биологическую клетку, предположительно основанный на следующих эффектах:

- корреляции частоты следования радиоимпульсов с частотой колебательных процессов внутри клетки;

- взаимодействия последовательности радиоимпульсов с низкой частотой следования (1...100 кГц) с заряженными элементами структуры клетки, которые также совершают колебания низкой частоты (колебания ее поверхности, мембраны, движение ионов).

Для дальнейшего изучения механизмов взаимодействия импульсного электромагнитного излучения СВЧ-диапазона и различных биологических объектов требуются серьезная модернизация и совершенствование разработанной экспериментальной установки в следующих направлениях:

– создать новую универсальную систему управления, контроля и индикации электрофизических параметров воздействующего импульсного электромагнитного сигнала СВЧ-диапазона с целью оптимизации режимов облучения;

– обеспечить возможность изменения типа поляризации облучающего сигнала;

– обеспечить регистрацию процесса облучения объекта с использованием современных средств микроскопии, фото- и видеотехники;

– наметить конкретные пути дополнительной модернизации экспериментальной установки для дальнейшего исследования влияния изменения параметров импульсного электромагнитного излучения на кооперативный эффект деления клеток.

В заключение нужно отметить, что для получения более глубоких фундаментальных результатов решения поставленной междисциплинарной проблемы, безусловно, необходимо тесное взаимодействие физиков, радиоэлектроников с учеными и специалистами, работающими в области биологии, биомедицины, химии и других смежных областей. Такое совместное сотрудничество ускорит устранение белых пятен в процессе познания в этой предметной области и позволит добиться высоких научных результатов.

**Конфликт интересов.** Авторы подтверждают отсутствие конфликта финансовых/нефинансовых интересов, связанных с написанием статьи.

## Список литературы

- Welt B., Tong C., Rossen J., Lund D. Effect of microwave radiation on inactivation of *Clostridium sporogenes* (PA 3679) spores. *Appl. Environ. Microbiol.* 1994; 60:482–8. DOI: 10.1128/aem.60.2.482-488.1994.
- Letellier M., Budzinski H. Microwave assisted extraction of organic compounds. *Analisis.* 1997; 27(3):259–70. DOI: 10.1051/analisis:1999116.
- Shaw P., Kumar N., Mumtaz S., Lim J.S., Jang J.H., Kim D., Sahu B.D., Bogaerts A., Choi E.H. Evaluation of non-thermal effect of microwave radiation and its mode of action in bacterial cell inactivation. *Sci. Rep.* 2021; 11(1):14003. DOI: 10.1038/s41598-021-93274-w.
- Гуляев Ю.В., Черепенин В.А. О возможности использования мощных электромагнитных импульсов для обеззараживания бактериологически загрязненных объектов. *Журнал радиоэлектроники.* 2020; 4:11. DOI: 10/30898.1684-1719.2020.4.13.
- Gulyaev Y.V., Taranov I.V., Cherepenin V.A. The use of high-power electromagnetic pulses on bacteria and viruses. *Doklady Physics.* 2020; 65(7):230–2. DOI: 10.1134/S1028335820070034.
- Гуляев Ю.В., Таранов И.В., Черепенин В.А. Использование мощных электромагнитных импульсов для воздействия на бактерии и вирусы. *Доклады Российской академии наук. Физика, технические науки.* 2020; 493(1):15–7. DOI: 10.31857/S2686740020040069.
- Kubo M.T., Siguemoto E.S., Funcia E.S., Augusto P.E.D., Curet S., Boillereaux L., Sastry S.K., Gut J.A.W. Non-thermal effects of microwave and ohmic processing on microbial and enzyme inactivation: a critical review. *Curr. Opin. Food Sci.* 2020; 35:36–48. DOI: 10.1016/j.cofs.2020.01.004.
- Lystsov V.N., Frank-Kamenetskii D.A., Shchedrina M.V. Effect of centimeter radiowaves on vegetative cells, spores and transforming DNA. *Biophysics.* 1965; 10(1):114–9.
- Kaczmarczyk L.S., Marsay K.S., Shevchenko S., Pilosoff M., Levi N., Einat M., Oren M., Gerlitz G. Corona and polio viruses are sensitive to short pulses of W-band gyrotron radiation. *Environ. Chem. Lett.* 2021; 19(6):3967–72. DOI: 10.1007/s10311-021-01300-0.

## References

- Welt B., Tong C., Rossen J., Lund D. Effect of microwave radiation on inactivation of *Clostridium sporogenes* (PA 3679) spores. *Appl. Environ. Microbiol.* 1994; 60:482–8. DOI: 10.1128/aem.60.2.482-488.1994.
- Letellier M., Budzinski H. Microwave assisted extraction of organic compounds. *Analisis.* 1997; 27(3):259–70. DOI: 10.1051/analisis:1999116.
- Shaw P., Kumar N., Mumtaz S., Lim J.S., Jang J.H., Kim D., Sahu B.D., Bogaerts A., Choi E.H. Evaluation of non-thermal effect of microwave radiation and its mode of action in bacterial cell inactivation. *Sci. Rep.* 2021; 11(1):14003. DOI: 10.1038/s41598-021-93274-w.
- Gulyaev Yu.V., Cherepenin V.A. [Concerning the possibility of using high power electromagnetic pulses for disinfection of bacteriologically contaminated objects]. *Zhurnal Radioelektroniki [Journal of Radio Electronics]*. 2020; (4):11. DOI: 10/30898.1684-1719.2020.4.13.

## Authors:

Gulyaev Yu.V. Institute of Radio Engineering and Electronics named after V.A. Kotelnikov. Building VII, 11, Mokhovaya St., Moscow, 125009, Russian Federation.

Meshchanov V.P., Kats B.M., Koplevskiy N.A., Lopatin A.A., Sayapin K.A., Elkin V.A. Research and Production Enterprise "NIKA-SVCh", Ltd. 66, Moskovskaya St., Saratov, 410012, Russian Federation. E-mail: nika373@bk.ru.

Komarov V.V., Bayburin V.B. Research and Production Enterprise "NIKA-SVCh", Ltd; 66, Moskovskaya St., Saratov, 410012, Russian Federation; e-mail: nika373@bk.ru. Saratov State Technical University named after Gagarin Yu.A.; 77, Politehnicheskaya St., Saratov, 410054, Russian Federation.

Rytkin A.P. Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky. 83, Astrakhanskaya St., Saratov, 410012, Russian Federation.

## Об авторах:

Гуляев Ю.В. Институт радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова. Российская Федерация, 125009, Москва, ул. Моховая, 11, корп. 7.

Мещанов В.П., Кац Б.М., Коплевацкий Н.А., Лопатин А.А., Саяпин К.А., Елкин В.А. Научно-производственное предприятие «НИКА-СВЧ». Российская Федерация, 410012, Саратов, ул. Московская, 66. E-mail: nika373@bk.ru.

Комаров В.В., Байбури В.В. Научно-производственное предприятие «НИКА-СВЧ»; Российская Федерация, 410012, Саратов, ул. Московская, 66; e-mail: nika373@bk.ru. Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.; Российская Федерация, 410054, Саратов, ул. Политехническая, 77.

Рытик А.П. Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского. Российская Федерация, Саратов, 410012, ул. Астраханская, 83.