

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Вашина Сергея Александровича**  
**«Повышение электрической прочности межэлектродных промежутков  
многолучевых клистронов»**, представленной к защите на соискание ученой  
степени кандидата технических наук по специальности

### 2.2.1. Вакуумная и плазменная электроника.

Диссертация С.А. Вашина посвящена разработке и исследованию технологических процессов, повышающих электрическую прочность межэлектродных промежутков многолучевых клистронов (МЛК). Обеспечение электрической прочности является основной задачей при изготовлении и эксплуатации электровакуумных приборов сверхвысоких частот (ЭВП СВЧ), так как наличие токов утечки и возникновение пробоев в межэлектродных промежутках ЭВП СВЧ приводит к потере приборами своего функционального назначения во время их работы. Кроме того, для повышения электрической прочности необходимо исключить появление свободных частиц в вакуумном объеме приборов, а также уменьшить напыление на изоляторы электронно-оптических систем в процессе изготовления МЛК.

Актуальность диссертационной работы С.А. Вашина определяется тем, что она направлена на повышение электрической прочности МЛК, применяемых в современной радиоэлектронной аппаратуре. Использование разработанных автором диссертационной работы оригинальных методик высоковольтной тренировки позволило в значительной мере решить поставленные задачи. Кроме того, в представленной работе С.А. Вашина предложено новое решение по получению покрытия поглотителя СВЧ-энергии, имеющего достаточно высокую прочность сцепления с подложкой.

Соискателем С.А. Вашиным получены важные научные результаты:

1. Разработана методика высоковольтной тренировки отпаянных МЛК при повышенном давлении остаточных газов от  $2,1 \cdot 10^{-4}$  до  $1,6 \cdot 10^{-3}$  Па, которая за счет увеличения частоты пробоев в межэлектродных промежутках прибора, снижала время тренировки в 2...3 раза.
2. Разработан и исследован комплекс методик высоковольтной тренировки ЭВП СВЧ, позволяющих снижать токи утечки межэлектродных промежутков в 5...20 раз.
3. Разработаны технологии детонационного напыления покрытия поглотителя СВЧ-энергии и подготовки поверхности перед напылением, позволяющие повысить прочность сцепления покрытия до 40 МПа.

Полученные результаты свидетельствуют о новизне и практической значимости работы. Положения и основные выводы, сформулированные в автореферате и диссертации соискателя Вашина С.А. научно обоснованы. Автореферат правильно и полно отражает содержание диссертации.

Достоверность данных полученных диссертантом С.А. Вашиным не вызывает сомнений и совпадает с результатами других авторов. Основные результаты диссертации опубликованы в 8 статьях в рецензируемых журналах, рекомендуемых к

публикации ВАК РФ, в 4 патентах на изобретение, а также докладывались на многочисленных международных и отечественных конференциях в области СВЧ электроники.

Тем не менее, несмотря на высокий современный научно-квалифицированный уровень, в диссертационной работе все же остались неосвещенными некоторые вопросы, на которые хотелось бы получить ответ:

1. Почему в оценочных расчетах энергии пробоя рассматривался материал острый только из молибдена?

2. Возможно ли применять разработанные методики высоковольтной тренировки в других ЭВП (помимо ЛБВ и МЛК)?

Выявленные недостатки ни в коей мере не снижают высокой научной и практической значимости результатов диссертации для вакуумной электроники.

Соискателем применены современные научно-технические методы исследования с помощью современного измерительного и исследовательского оборудования. Считаю важным отметить, что полученные результаты диссертационной работы Вашина С.А. уже внедрены в производство перспективных вакуумных СВЧ-приборов, что повысило выход годных МЛК на ~4%.

Представленная диссертация является законченной научно-исследовательской работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне, полностью отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.13 года, в редакции постановлений Правительства РФ № 335 от 21.04.2016 г., №748 от 02.08.2016 г., №650 от 29.05.2017 г., №1024 от 28.08.2017 г., № 1168 от 01.10.18 года, а ее автор – Сергей Александрович Вашин, без сомнения, достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.1. - «Вакуумная и плазменная электроника».

Доцент кафедры общенаучных дисциплин,  
кандидат технических наук

Белихов Александр Борисович

141190, Россия, Московская область, г. Фрязино,  
ул. Вокзальная, д.2а

Филиал ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский  
технологический университет»

в г. Фрязино Московской области

E-mail: belihov@mirea.ru

Тел.: +7(495) 465-88-97, +7(996) 930-04-06

Подпись к.т.н. Белихова Александра Борисовича заверяю

Директор филиала ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский  
технологический университет» в г. Фрязино Московской  
области



Макарова  
Людмила  
Александровна

« 21 » 03 2023 г.