

В диссертационный совет «24.2.415.03»  
ФГБОУ ВО «Томский государственный университет  
систем управления и радиоэлектроники»  
643050, г. Томск, пр. Ленина, 40

**Отзыв  
на автореферат диссертации**

Воробьева Максима Сергеевича «РАЗВИТИЕ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОНОВ С  
СЕТОЧНЫМИ ПЛАЗМЕННЫМИ ЭМИТТЕРАМИ НА ОСНОВЕ ДУГОВОГО РАЗРЯДА  
НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ С ПОЛЫМ КАТОДОМ»,  
представленной на соискание ученой степени  
доктора технических наук  
по специальности 1.3.5. Физическая электроника

Источники электронов с большой апертурой в настоящее время широко применяются для обработки поверхности различных материалов и изделий с целью улучшения их эксплуатационных и функциональных свойств. В связи с этим работа Воробьева М.С., направленная на создание нового поколения источников электронов с регулируемыми параметрами, токами в сотни ампер, энергиями в импульсе до 5 кДж и ресурсом более  $10^7$  импульсов несомненно является актуальной.

Достоверность полученных научных результатов определяется использованием комплекса современных и апробированных экспериментальных методик, применением дублирующих экспериментальных и расчетных методов исследования, удовлетворительным совпадением экспериментальных и расчетных зависимостей, систематическим характером исследований, непротиворечивостью полученных данных и их согласием с результатами исследований других авторов.

К научной новизне следует отнести результаты комплексного исследования эмиссионных свойств плазмы низкого давления, выступающей в качестве эффективного эмиттера электронов. Полученные результаты внесли существенный вклад в понимание физических процессов в ускорителях с плазменным катодом и были положены Автором в основу создания нового поколения источников электронов с апертурой до  $1000 \text{ см}^2$ .

Впервые созданы источники электронов, обеспечивающие генерацию субмиллисекундных с энергиями в импульсе до 5 кДж и уровнем средней мощности до 5 кВт. Созданные источники обладают возможностью контролируемого изменения параметров электронного пучка в течение импульса. Разработанные источники электронов обладают ресурсом более  $10^7$  импульсов и в ряде случаев не имеют мировых аналогов.

Практическая ценность работы. Разработанные Воробьевым М.С. источники электронов нашли применение на целом ряде промышленных предприятий и организаций Российской Федерации для упрочнения поверхностей и повышения износостойчивости металлических деталей, модификации натурального латекса, формирования углеродных структур в пленках поливинилхлорида, предпосевной обработки семян, а также для реализации бездиоксиновой утилизации хлорсодержащих полимеров.

Апробация работы. Результаты исследований докладывались и обсуждались на множестве Российских и Международных конференций по физике плазмы, сильноточной электронике, радиационным технологиям, материаловедению и электронно-пучковым технологиям. Результаты исследований опубликованы в 54 печатных работах.

Автореферат диссертации Воробьева М.С. подробно иллюстрирован необходимыми для понимания рисунками, схемами, графиками и осцилограммами. Результаты проделанной работы изложены грамотным научно-техническим языком.

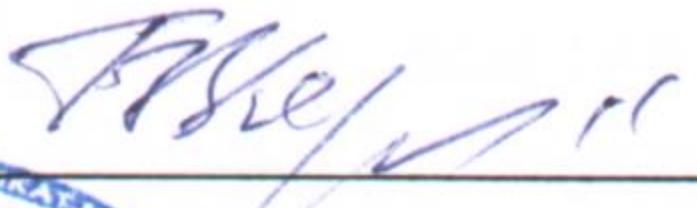
К недостаткам Автореферата следует отнести следующее:

1. Очень мелкий («аптечный») шрифт в обозначениях основных элементов источников электронов на некоторых рисунках (рис.3, 4, 24)
2. Ряд защищаемых положений и описание полученных результатов носят очень «объемный» описательный характер, хотя они могли бы быть сформулированы в виде небольшого числа критериальных соотношений.

Общее заключение. Не смотря на отмеченные недостатки, выполненной Воробьевым М.С. работе следует дать очень высокую оценку. Результаты исследований и разработки на их основе нового поколения широкоапертурных источников высокоэнергетичных электронов являются новыми и в ряде случаев не имеют мировых аналогов. Работа Воробьева М.С. имеет большую научную и практическую значимость. Все выводы по результатам исследований и разработок являются обоснованными. Результаты исследований апробированы на многих Российских и Международных научных конференциях и симпозиумах.

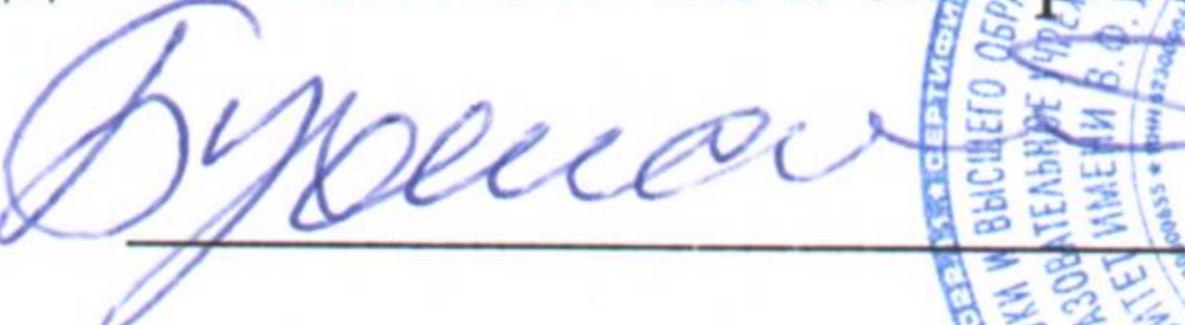
Судя по содержанию Автореферата, диссертация Воробьева М.С. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным в п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013, а ее автор – Воробьев Максим Сергеевич – заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.3.5 – «Физическая электроника».

Отзыв составил профессор кафедры электронных приборов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» (РГРТУ) доктор физико-математических наук (специальность 01.04.04 «Физическая электроника») Козлов Борис Алексеевич.

  
Козлов Б.А.

20. XI. 22

Личную подпись Козлова Б.А. заверяю





Ученый секретарь Ученого совета РГРТУ  
Бухенский Кирилл Валентинович  
к.ф.-м.н., доцент

390005, г. Рязань, ул. Гагарина, д. 59/1, кафедра электронных приборов Рязанского государственного радиотехнического университета им. Уткина В.Ф.  
Тел. 8(4912)72-03-38; E-mail [kozlov.qe.ryazan@mail.ru](mailto:kozlov.qe.ryazan@mail.ru)