

## Отзыв на автореферат диссертации

Климова Александра Сергеевича

«Генерация электронных пучков в форвакуумной области давлений на основе плазменно-эмиссионных разрядных систем с полым катодом», выполненной в

Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» и

представленной на соискание доктора технических наук по специальности:

01.04.04 – «Физическая электроника».

Диссертационная работа Климова Александра Сергеевича «Генерация электронных пучков в форвакуумной области давлений на основе плазменно-эмиссионных разрядных систем с полым катодом» посвящена изучению особенностей эмиссии и формирования электронных пучков постоянного тока в системах с тлеющим разрядом, разработке плазменных источников электронов на основе проведенных исследований и демонстрации возможности применения разработанных источников в ранее недоступной области электронно-лучевой обработки диэлектрических материалов.

Актуальность работы определяется интенсивным развитием электронно-лучевых технологий в таких областях как 3D печать, термическое наплавление и реактивное напыление сложносоставных тонких пленок. Проведенная работа осуществляет существенный вклад во все указанные области. Рассмотрение же такой области применения как высокотемпературная обработка непроводящих материалов делает рассматриваемую работу безоговорочно уникальной.

К достоинствам рецензируемого автореферата можно отнести следующее. Во-первых, детальное и четкое описание проведенной работы. Во-вторых, ясное представление основных физических процессов сопровождающих генерацию плазмы, эмиссию электронов, формирование и последующее ускорение электронного пучка. В-третьих, в работе рассмотрены две абсолютно различных геометрии электронного пучка, что существенно расширяет область применения результатов работы. В четвертых, базируясь на проведенных исследованиях и в процессе работы над диссертацией разработаны реальные прототипы устройств позволяющих получать рекордные характеристики даже в жестких условиях «форвакуума», что безусловно будет представлять особый интерес в дальнейшем индустриальном развитии электронно-лучевой обработки материалов как в России, так и за рубежом. Данные достоинства составляют научную суть диссертации и обусловлены непосредственным личным участием соискателя.

Из замечаний можно отметить некоторую неясность с заявленными значениями давлений. Так на странице 6, в первом научном положении указано предельное для ленточных пучков давление в 50 Па для гелия. Однако, в таблице 1 на странице 21, где так же упомянут гелий, максимальное давление рабочего газа указано значением только в 15 Па. Так же обращает на себя внимание, что на странице 13 обозначено "При давлениях рабочего газа, превышающих 30-50 Па, формируемый электронным источником пучок может быть эффективно использован для генерации объемной плазмы." И в тоже время, на странице 20 написано, что уже при 7 Па, ленточный пучок способен инициировать пучково-плазменный разряд, который и обуславливает развитие объемной плазмы.

Указанное замечание не снижает ценности полученных результатов. Возможно предположить, что данная неясность вызвана только необходимой краткостью автореферата и описанием сразу нескольких физических феноменов в сразу двух различных геометриях.

В общем, работа базируется на большом количестве экспериментальных результатов, и проведена на высоком научном уровне. Достоверность и новизна полученных результатов подтверждена большим количеством публикаций в рецензируемых журналах, апробацией проведенной работы на целом ряде международных научных конференций и внушительным количеством зарегистрированных патентов.

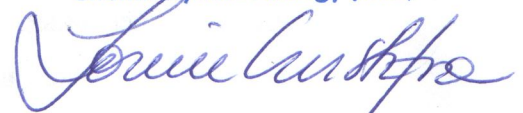
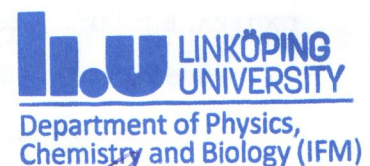
### **Заключение**

Судя по автореферату, диссертация Климова А. С. представляет собой законченную работу, выполненную на высоком уровне, отвечающую требованиям ВАК, а соискатель заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.04 – «Физическая электроника».

PhD, Assistant Professor  
Department of Physic, Chemistry and Biology (IFM)  
Linköpings universitet  
581 83 Linköping  
Sweden  
Email: [igozh@ifm.liu.se](mailto:igozh@ifm.liu.se)  
Phone: +46730521012  
Witness to the above signature:



Igor Sergeyevich Zhirkov



L. Gustafsson

HR-Manager

Department of Physic, Chemistry and Biology  
Linköpings universitet