

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета ПМ-ПУ

Петросян Л.А.

«10» октября 2023

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного
Образовательного учреждения высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет»

Диссертация **Доронина Григория Геннадьевича** на тему: **«Математическое моделирование двумерных эмиссионных систем на основе полевых катодов»** выполнена на кафедре моделирования электромеханических и компьютерных систем факультета прикладной математики – процессов управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

В период подготовки диссертации Доронин Г.Г. проходил обучение в аспирантуре кафедры моделирования электромеханических и компьютерных систем факультета прикладной математики – процессов управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» по направлению 09.06.01 «Информатика и вычислительная техника».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2022 году Федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет».

Научный руководитель – Виноградова Екатерина Михайловна, доктор физико-математических наук, профессор кафедры моделирования электромеханических и компьютерных систем факультета прикладной математики – процессов управления Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет». Приказом СПбГУ от 29.11.2017 № 11777/3 была назначена научным руководителем данного соискателя при освоении им программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре.

По итогам обсуждения на заседании кафедры МЭКС от 03.10.2023 (протокол заседания № 44/4/16-02-2) принято следующее **заключение**:

1. **Актуальность темы** определяется необходимостью теоретического обоснования новых технологий пучковой диагностики и приборов современной твердотельной нано- и микроэлектроники на базе полевых электронных катодов. В связи с открытием эмиссионных свойств углеродных материалов в последнее десятилетие значительно возрос интерес к разработке электронных приборов на основе подобных катодов. Существующие аналитические методы, как правило, дают возможность рассчитывать только малую часть используемых на практике систем. Однако, для того, чтобы получить высокую чувствительность прибора при сохранении высокой разрешающей способности, требуется решать задачи расчета широких пучков с большим угловым разбросом. Рассматриваемые в диссертационной работе модели систем формирования пучков заряженных частиц на основе полевых катодов имеют большое теоретическое и практическое значение.

2. **Научная новизна результатов** состоит в разработке методов математического моделирования, направленных на решение математических задач, возникающих при расчете электронно-вакуумных приборов на основе полевых катодов. Основные результаты работы:

- 1). Предложены физические и математические модели электронных пушек на основе полевых катодов различных конфигураций с учетом и без учета диэлектрических слоев.
- 2). Предложены физические и математические модели многоэмиттерных систем.
- 3). Разработаны методики расчета и представлены формулы для нахождения распределения электростатического потенциала в электронно-оптических системах с полевыми катодами.
- 4). Разработаны алгоритмы и пакеты вычислительных программ для реализации предложенных физических и математических моделей электронных пушек с полевыми катодами.

3. **Обоснованность и достоверность полученных результатов** подтверждается апробацией разработанных математических моделей с использованием численного эксперимента, что обусловлено строгими аналитическими выкладками при использовании фундаментальных принципов математического моделирования.

4. **Практическая значимость работы** состоит в том, что представленные модели систем формирования пучков заряженных частиц на основе полевых катодов могут быть использованы для анализа экспериментальных данных и оценки возможности применения исследуемых острых систем в реальных приборах электронной и ионной оптики.

5. **Полнота опубликования результатов и апробация.** По материалам диссертации опубликовано 12 печатных работ, из которых 3 – в статьях, входящих в Перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ для опубликования результатов кандидатских диссертаций и индексируемых в международных базах Scopus и Web of Science:

- 1). Виноградова Е.М., Доронин Г.Г., Егоров Н.В. Математическое моделирование двумерной диодной системы с полевым эмиттером лезвийной формы // Журнал технической физики. – 2020. – Т. 90, № 4. – С. 540–543.
- 2). Виноградова Е.М., Доронин Г.Г. Математическое моделирование двумерной периодической системы полевых эмиттеров // Вестник Санкт-Петербургского университета. Прикладная математика. Информатика. Процессы управления. – 2020. – Т. 16, № 2. – С. 121–128.
- 3). Egorov N. V., Vinogradova E. M., Doronin G. G. Blade-like field cathode with a dielectric coating mathematical modeling. Vestnik of Saint Petersburg University. Applied Mathematics. Computer Science. Control Processes. – 2023. – Vol. 19. №1. – P. 65–71.

Основные теоретические и практические результаты работы докладывались и обсуждались на различных конференциях, семинарах и симпозиумах:

- 1). Young Researchers in Vacuum Micro/Nano Electronics, VMNE-YR 2016, St. Petersburg, Russia;
- 2). 14th International Baltic Conference on Atomic Layer Deposition, BALD 2016, St. Petersburg, Russia;
- 3). Young Researchers in Vacuum Micro/Nano Electronics, VMNE-YR 2017, St. Petersburg, Russia;
- 4). XLIX международная конференция «Процессы управления и устойчивость» (CPS'18), 2–5 апреля 2018, Санкт-Петербург, Россия;
- 5). L международная конференция «Процессы управления и устойчивость» (CPS'19), 8–11 апреля 2019, Санкт-Петербург, Россия;
- 6). LI международная конференция «Процессы управления и устойчивость» (CPS'20), 20–24 апреля 2020, Санкт-Петербург, Россия;
- 7). IV международная конференция «Устойчивость и процессы управления», посвященная 90-летию со дня рождения профессора, чл.-корр. РАН В. И. Зубова (SCP), 5–9 октября 2020, Санкт-Петербург, Россия;
- 8). 7th ITG International Vacuum Electronics Workshop (IVEW) 2020 and 13th International Vacuum Electron Sources Conference (IVeSC) 2020, Bad Honnef, Germany;
- 9). LII международная конференция «Процессы управления и устойчивость» (CPS'21), 5–9 апреля 2021, Санкт-Петербург, Россия.

Результаты работы также неоднократно докладывались на заседаниях кафедры моделирования электромеханических и компьютерных систем факультета Прикладной математики и процессов управления Санкт-Петербургского государственного университета.

ПОСТАНОВИЛИ:

Диссертационное исследование Доронина Григория Геннадьевича «Математическое моделирование двумерных эмиссионных систем на основе полевых катодов» соответствует паспорту научной специальности 1.2.2. «Математическое

моделирование, численные методы и комплексы программ» согласно номенклатуре научных специальностей, по которым присуждается присвоение ученой степени (Приказ Минобрнауки России от 24.02.2021 №118), и требованиям, установленным приказом «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете» от 19.11.2021 № 11181/1 Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет», и рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Заведующий кафедрой

моделирования электромеханических и компьютерных систем

д.ф.-м.н, профессор,

Егоров Николай Васильевич

Дата: 03.10.2023

Подпись: _____



03.10.2023