

## **ОТЗЫВ**

на автореферат диссертации

**Труфановой Натальи Сергеевны**

**«Компоненты и СВЧ-устройства,**

**изготавливаемые на основе аддитивной принтерной технологии»**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

Представленная диссертационная работа посвящена исследованию возможности применения аддитивной принтерной технологии изготовления компонентов и СВЧ устройств для применения в антенных системах. **Актуальность** работы заключается в решении проблемы получения однородных проводников с оптимальными характеристиками.

В рамках работы рассмотрены такие вопросы как характеристики материалов, оптимизация процессов печати и их влияние на электрические характеристики готовых изделий. Особое внимание уделяется разработке методов, позволяющих достичь высокой точности и однородности печати, что критически важно для обеспечения стабильной работы СВЧ устройств.

**Научная новизна** диссертации заключается в анализе ключевых принципов, технологий и материалов, используемых в аддитивной печати для создания электронных компонентов и узлов, сверхвысокочастотных устройств и многослойных печатных плат. Диссертационная работа включает в себя результаты численного моделирования процессов экструзии паст, что позволяет выделить оптимальные параметры для достижения однородной печати. Также рассматриваются новые подходы к проектированию и производству, что вносит вклад в развитие теории и практики аддитивных технологий.

**Основные результаты диссертации** опубликованы в 28 работах, в т.ч. 3 статьи в журналах из перечня ВАК, 10 статей индексируемые в базах данных Scopus и Web of Science, 15 работ, опубликованы в материалах

международных конференций. Получено 3 свидетельства регистрации программы для ЭВМ.

**Практическая значимость** работы подтверждается актами внедрения.


В качестве **замечаний** следует отметить:

1. В автореферате в задачах (страница 5) указано разработка составов паст для аддитивной принтерной технологии, однако, в материале автореферата не приведено сведений о данном исследовании.
2. Из автореферата следует, что при оценке характеристик МПЛ проводится корректировка частотных характеристик модели. Требуется пояснение методика оценки точности полученных результатов при отсутствии исходной модели.
3. В первом положении, выносимом на защиту, линейная скорость перемещения дозатора составляет 300 – 500 мм/мин. Однако результаты численного моделирования для скорости представлены мм/с. Требуют пояснения результаты численного моделирования.
4. В ряде положений отсутствуют однозначные критерии оценки точности технологии. Часто встречаются термины «результаты схожи», «незначительное смещение» и т.д.
5. В работе отсутствует анализ влияния на печатные изделия внешних факторов (температура, влажность и т.д.). Поскольку работа носит прикладной характер, требуется анализ условий применения технологии.
6. Отсутствие в достаточно большом перечне публикаций работ, написанных Труфановой Н.С. единолично.

В целом, диссертационная работа Труфановой Н.С. представляет собой законченное, актуальное и практически значимое исследование, содержащее решение научных и прикладных задач, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.14 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Согласен на включение в аттестационное дело и дальнейшую обработку моих персональных данных, необходимых для процедуры защиты диссертации.

Ведущий научный сотрудник  
Инжинирингового центра  
микротехнологии и диагностики  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»,  
кандидат технических наук,  
специальность: 05.27.01

  
Бохов Олег Сергеевич  
«23» января 2025г.

**Контактные данные:**

E-mail: boschov@mail.ru

Тел.:

моб. +7-921-301-10-52

раб. +7-812-234-27-57

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-петербургский государственный электротехнический университет "ЛЭТИ" им. В.И. Ульянова (Ленина)",  
почтовый адрес: 197022, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5, корпус 5, пом. 5157

Подпись Бохова Олега Сергеевича заверяю



ЗАВЕРЯЮ:  
М. В. СОКОЛОВА  
2025