



# ПЛУТОН

АО «Плутон»  
ИНН 7709093255, КПП 770901001  
105120 Москва, ул. Н.Сыромятническая, д.11  
т. +7 (495) 730 36 19, ф. +7 (495) 737 56 90  
www.aopluton.ru, info@aopluton.ru

## ОТЗЫВ

на автореферат к диссертации Сторублева Антона Вячеславовича на тему «Получение и исследование функциональных покрытий на основе наноуглеродных композитов для СВЧ и субтерагерцовой микроэлектроники», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.2. – Электронная компонентная база микро- и наноэлектроники, квантовых устройств.

Актуальность темы диссертационной работы объясняется необходимостью совершенствования электровакуумных приборов СВЧ диапазона, применяемых для передачи данных в системах навигации и комической связи, что является первоочередной задачей для развития российских технологий в текущих условиях жестких экономических санкций и недружественной политики стран запада. Существующие приборы обладают рядом недостатков, которые напрямую влияют на срок их эксплуатации. Катодно-сеточные узлы таких электровакуумных приборов являются наиболее ответственными компонентами, от работы которых зависит срок эксплуатации всего изделия, надежность и его выходные характеристики.

Предложенная технологическая методика создания сильноточных полевых источников электронов, удовлетворяющих различным схемотехническим требованиям, включая автоэмиссионные вольт-амперные характеристики с заданными крутизной, критичностью к

изменению управляющих напряжений, порогами начала полевой эмиссии и максимальными автоэмиссионными токами, во многом позволяет решить существующие проблемы в области эмиссионной электроники СВЧ электровакуумных приборов.

В работе проведены исследования факторов, ограничивающих максимальную плотность тока, описана стабильность и долговечность полевых источников электронов на основе композитных алмазографитовых пленочных наноструктур.

Изучена воспроизводимость эмиссионных характеристик на основе композитных углеродных пленочных покрытий с плотностью тока не менее  $100 \text{ A/cm}^2$ .

Разработана технология получения антиэмиссионных углеродных пленочных покрытий с повышенной работой выхода вторичных электронов и низкой скоростью термического осаждения на них активных примесных добавок металлопористых термокатодов.

Отмечу тот факт, что в работе автор впервые описал технологические возможности создания сильноточных полевых источников электронов на основе алмазографитовых пленочных структур, удовлетворяющих различным схмотехническим требованиям, включая получение вольт-амперных характеристик с различно крутизной, порогами начала эмиссии и максимальными полевыми токами.

Автореферат содержит незначительные недостатки, не влияющие на актуальность и достижения, полученные в результате проведения работы.

В работе, безусловно, присутствует и научная новизна, и практическая значимость. Диссертация Сторублева Антона Вячеславовича на тему «Получение и исследование функциональных покрытий на основе наноуглеродных композитов для СВЧ и субтерагерцовой микроэлектроники» полностью соответствует требованиям ВАК РФ,

предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор достоин присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 2.2.2. – Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств.

Кандидат технических наук, руководитель инновационного научно-производственного комплекса АО «Плутон»



Ханбеков Иван Фэритович

« 8 » Июля 2022 г.

*Иван Ханбеков И. Ф. заверено.  
Ивановский филиал  
кадров*



А.Е. Чырева

Служебный адрес: 105120, г. Москва, ул. Нижняя Сыромятническая, д. 11.

Телефон: +7 905 538 92 99

E-mail: [ivan.khan@yandex.ru](mailto:ivan.khan@yandex.ru)

Научная специальность кандидатской диссертации Ханбекова Ивана Фэритовича 05.27.06 – Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники.