

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кукушкина Дмитрия Юрьевича

**«Разработка физико-технических основ электроимпульсного метода синтеза наночастиц металлов и сплавов в жидкой диэлектрической среде»**, представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности  
05.27.06- «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники»

Свойства вещества в ультрадисперсном или наноразмерном состоянии могут существенно отличаться от его свойств в массивном состоянии. За последние двадцать лет исследования, связанные с наноразмерными частицами, вошли в программы приоритетных направлений научной деятельности многих государств и до сих пор не теряют своей актуальности. Исследования в области наноматериалов зачастую проходят на стыке наук, затрагивая химию процессов получения и модифицирования, а также физические и биологические свойства объектов.

В данной работе решается задача исследования и разработки электроимпульсного метода получения наночастиц металлов и сплавов (серебро, никель, титан, сплав меди и кобальта) в жидкой диэлектрической среде (дистиллированная вода, спирт, глицерин), создание наноматериалов и структур на их основе.

Исследованы их свойства и возможность обработки поверхности твердого тела наночастицами металлов, включая обработку порового пространства материалов с высокой удельной поверхностью (более  $1000 \text{ м}^2/\text{г}$ ). Впервые созданы жидкие среды, содержащие наночастицы металлов и сплавов без использования поверхностно-активных веществ (ПАВ). Исследованы их электрофизические и биологические свойства.

Показано, что наночастицы имеют положительный электрический заряд, кристаллическую структуру, высокую химическую чистоту и обладают

бактерицидными свойствами при концентрациях от 10 мг/литр и распределении частиц в диапазоне от 5 нм и до 50 нм.

В связи с этим **актуальность** тематики, выбранной диссертантом, не вызывает сомнения.

**Практическая значимость работы** Кукушкина Д.Ю. заключается в разработке физико-технических основ электроимпульсного метода синтеза наночастиц металлов и сплавов в жидкой диэлектрической среде. Исследован процесс самоконцентрации энергии в локальных микрообъемах проводника, находящегося в электрической цепи разрядного промежутка, помещенного в жидкую диэлектрическую среду. На основе полученных гидрозолей серебра созданы биоцидные технологические среды для микроэлектроники и профилактической медицины.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

В работе подробно представлены теоретическое описание и используемые экспериментальные методики.

К недостаткам работы можно отнести следующее:

1. Часть работы, посвященная исследованию биологических свойств наночастиц металлов, недостаточно вписывается в общую канву диссертации.

2. Поскольку в списке трудов диссертанта отсутствуют работы, выполненные без соавторов, не всегда можно обоснованно судить о личном вкладе диссертанта в проведенные исследования и о степени его непосредственного участия в данных исследованиях.

3. В автореферате имеются многочисленные опечатки и небрежности, иногда не позволяющие судить о смысле и содержании того или иного фрагмента. Например, на рисунке 1 не помечены компоненты электроимпульсной установки, отмеченные цифрами 1.. 7 в подрисуночной подписи, которая тоже содержит опечатку.

Тем не менее, исходя из содержания автореферата можно заключить, что диссертация Кукушкина Дмитрия Юрьевича представляет собой законченное

исследование, выполненное на высоком уровне и отвечающее требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете «МИСиС», а соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.06 «Технология и оборудование для производства полупроводников, материалов и приборов электронной техники».

Главный конструктор АО «ЗАСЛОН»  
доктор технических наук,  
старший научный сотрудник



В.А. Гандурин

« 2 » декабря 2019 г.

196006, г. Санкт-Петербург, ул. Коли Томчака, д. 9

E-mail: [7051947@gmail.com](mailto:7051947@gmail.com)

Телефон (рабочий): +7 (812) 327-90-99

Подпись В.А. Гандурина заверяю



Начальник ОК  
Гандурин В.А.  
02.12.2019