

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Ситнова Михаила Андреевича на тему:
"Разработка основ технологии синтеза наноструктурированного углеродного материала на основе полиакрилонитрила при ИК-нагреве" представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники»
(технические науки)

Диссертационная работа Ситнова М.А. относится к области разработки технологий производства полупроводниковых материалов на основе полимеров. В работе подробно рассмотрен синтез наноструктурированного углеродного материала (НУМ), который по свойствам относится к полупроводникам, синтезированного на основе сополимера акрилонитрила с помощью инфракрасного нагрева. Показаны особенности синтеза на основных стадиях: окислительная стабилизация и карбонизация. Получение полупроводникового материала с контролируемыми свойствами на основе полимера с использованием эффективного способа ИК-нагрева является актуальной проблемой технологического развития и совершенствования электроники в стране.

Автором изложены следующие практические и научные результаты. Впервые на основе превращений в сополимере акрилонитрила показана эффективность инфракрасного нагрева в результате синергетического эффекта ИК-излучения. Автором показано, что использование инфракрасного нагрева вместо кондуктивного при синтезе наноструктурированного углеродного материала (НУМ) позволяет увеличить термостабильность материала, при этом данные термогравиметрического анализа показали уменьшение потерь массы более 4 % при использовании ИК-нагрева. В работе представлены новые научно обоснованные основы технологии наноструктурированного углеродного материала. Изучение окислительной стадии стабилизации позволило выявить оптимальную температуру тепловой обработки, а исследование свойств НУМ после стадии карбонизации позволило выявить зависимость электрофизических свойств от температуры карбонизации, что способствует получению материала с контролируемыми свойствами. Отличительной особенностью работы является непосредственно прямое воздействие инфракрасного излучения на полимер и выявление влияния синергетического эффекта инфракрасного излучения на превращения сополимера акрилонитрила. В работе показано, что при использовании кондуктивного нагрева возникают диффузионные ограничения. Исследование стадий синтеза НУМ позволило получить полупроводниковый материал и использовать его в качестве сенсора на влажность окружающей среды Φ от 20 до 80 %.

Основные положения диссертационной работы и выводы подтверждаются сходимостью результатов нескольких аналитических методов. Среди методов исследования можно выделить следующие:

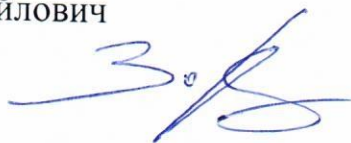
термогравиметрический анализ, дифференциально сканирующая калориметрия, инфракрасная спектроскопия, рентгенофазовый анализ. Подробное исследование процесса синтеза НУМ из полимера требует использования сразу нескольких методов, что в работе и представлено. Достоверность основных выводов не вызывает вопросов.

В тексте автореферата диссертации автор достаточно подробно описывает каждую стадию синтеза НУМ, представлены свойства сополимера акрилонитрила. Вместе с тем не дано объяснение, почему выбран именно сополимер для синтеза НУМ. Указанное замечание не снижает общий уровень выполненной диссертационной работы Ситнова М.А.

Диссертация Ситнова М.А. отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском технологическом университете "МИСИС". Автор работы, Ситнов Михаил Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 - Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники.

К.т.н., начальник сектора,
АО «Российская корпорация ракетно-космического
приборостроения и информационных систем»
(АО «Российские космические системы»).

Зорин Сергей Михайлович



"16" 09 2026 г.

Адрес: г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 53
e-mail: zorin_sm@spacecorp.ru
тел.: +7 495 673-94-30 (доб. 29-33)

Подпись начальника сектора
Зорина Сергея Михайловича заверяю

Ученый секретарь
АО «Российские космические системы»

кандидат технических наук



С.А. Федотов

16.09.2026