

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ЭКСПЕРТНОЙ КОМИССИИ

по защите диссертации Михаила Андреевича Ситнова 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», и состоявшейся в НИТУ МИСИС 02 октября 2026 года.

Диссертация принята к защите Диссертационным советом НИТУ МИСИС 29.06.2026, протокол № 40.

Диссертация выполнена на кафедре технологии материалов электроники НИТУ МИСИС.

Научный руководитель – доктор технических наук, Козлов Владимир Валентинович, профессор кафедры технологии материалов электроники НИТУ МИСИС.

Экспертная комиссия утверждена Диссертационным советом НИТУ МИСИС (протокол № 40 от 29.06.2026) в составе:

1. Кожитов Лев Васильевич – д.т.н., профессор кафедры технологии материалов электроники НИТУ МИСИС – председатель комиссии;
2. Ховайло Владимир Васильевич – д.ф.-м.н., профессор кафедры функциональных наносистем и высокотемпературных материалов НИТУ МИСИС;
3. Панина Лариса Владимировна – д.ф.-м.н., профессор кафедры технологии материалов электроники НИТУ МИСИС;
4. Маренкин Сергей Федорович – д.х.н., главный научный сотрудник лаборатории полупроводниковых и диэлектрических материалов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова РАН;
5. Карпачева Галина Петровна – д.х.н., главный научный сотрудник лаборатории химии полисопряженных систем Федерального государственного бюджетного учреждения науки Ордена Трудового Красного Знамени Института нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева Российской академии наук.

В качестве ведущей организации утверждено федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Юго-Западный государственный университет» (ЮЗГУ) г. Курск.

Экспертная комиссия отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработаны новые экспериментально обоснованные основы технологии наноструктурированного углеродного материала (НУМ) на основе СПАН, содержащим акрилонитрил (С = 93 масс.%), метилакрилат (С=5,7 мас.%) и 2-акриламид-2-метилпропансульфонат натрия (С=1,3 мас.%), под действием ИК-нагрева;

- исследована кинетика и механизм образования НУМ на основе СПАН в зависимости от условий нагрева, установлено возникновение диффузионных ограничений в результате образования структуры «ядро-оболочка»;

- впервые установлено, что модификация структуры СПАН при нагреве начинается с процесса циклизации;
- впервые на основе превращений в СПАН доказана эффективность ИК нагрева в результате синергетического эффекта ИК-излучения при 250 °С в течение 1 часа.
- разработан сенсор, на основе синтезированного НУМ, чувствительный к влажности окружающей среды.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что разработаны основы технологии синтеза наноструктурированного углеродного материала на основе сополимера акрилонитрила (СПАН) при использовании инфракрасного нагрева. Выявлено влияние синергетического эффекта на превращения СПАН при синтезе НУМ с контролируемыми полупроводниковыми свойствами под действием ИК нагрева. Изучены физико-химические превращения в СПАН при нагреве и выявлен начальный процесс образования системы полисопряженных связей при ИК-нагреве. Эффективно использован комплекс методов в результате чего показана эффективность инфракрасного нагрева по сравнению с кондуктивным.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что разработаны основы технологии НУМ на основе СПАН при ИК нагреве, что может представлять интерес для промышленного производства органических полупроводников. Разработан способ получения НУМ чувствительного к влажности. Результаты исследования, проведенные в работе, позволяют использовать их для синтеза наноструктурированного углеродного материала с контролируемыми свойствами. Разработан сенсор на основе НУМ для определения влажности (φ, от 20 до 80 %) (свидетельство о регистрации ноу-хау № 07-219-2025).

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что при разработке основ технологии НУМ на основе СПАН при ИК-нагреве использовался комплексный подход для нахождения необходимых ответов на задачи поставленные для достижения цели работы. Исследования свойств полученного НУМ, а также процессов в СПАН при нагреве и после проводились с использованием современных экспериментальных и теоретических методов. Среди методов исследования можно выделить следующие: термогравиметрический анализ (ТГА) ("Discovery"), дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) ("Q20"), рентгенофазовый анализ (РФА) ("Дифрей-401"), ИК спектроскопия ("IFS 66v"), сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) Hitachi S800, четырехзондовый метод измерения удельного сопротивления ВИК УС 07. Достоверность результатов также подтверждается анализом литературных источников, последовательностью постановки задач, объемом статистических данных и согласованностью результатов полученных разными методами.

Личный вклад соискателя состоит в выборе методов исследования и постановке задач; анализе литературных источников по теме исследования; проведении научного эксперимента и анализе физико-химических, электрофизических свойств синтезированного материала. Соискатель проводил

расчеты и предложил формулу для прогнозирования свойств получаемого наноструктурированного углеродного материала. Участвовал в подготовке публикаций и выводов исследования.

Соискатель представил 5 опубликованных работ в рецензируемых научных изданиях из перечня, утвержденного Минобрнауки России, 3 опубликованные работы в изданиях, индексируемых в наукометрической базе данных Scopus и 1 ноу-хау.

Пункт 2.6 Положения присуждения ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук НИТУ МИСИС соискателем ученой степени не нарушен.

Диссертация Ситнова Михаила Андреевича соответствует критериям п. 2 Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС, так как в ней на основании выполненных автором исследований представлены новые научно обоснованные технологические решения синтеза НУМ на основе СПАН, которые позволяют улучшить свойства органических полупроводников, имеющих существенное значение для развития страны. Содержание диссертации также соответствует квалификационным требованиям п. 1 и 2 паспорта специальности 2.2.3 – «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники»,

Экспертная комиссия приняла решение о возможности присуждения Михаилу Андреевичу Ситнову ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.3 – «Технология и оборудование для производства материалов и приборов электронной техники».

Результаты голосования: при проведении тайного голосования экспертная комиссия в количестве 4 человек, участвовавших в заседании, из 5 человек, входящих в состав комиссии, проголосовала: за 4, против 0, недействительных бюллетеней 0.

Председатель Экспертной комиссии

Л.В. Кожитов

02.10.2026