

## ОТЗЫВ

научного руководителя на диссертацию Евсеева Александра Павловича «Влияние облучения заряженными частицами на характеристики функциональных углеродных наноматериалов», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «физическая электроника» (шифр 1.3.5)

Будучи студентом второго курса физического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, Евсеев Александр Павлович подключился к научной работе в лаборатории ионно-пучковых нанотехнологий. По различным аспектам темы данной работы А.П. Евсеев подготовил и защитил по учебному плану дипломные работы. В 2019 году А.П. Евсеев с отличием закончил магистратуру и поступил в аспирантуру физического факультета МГУ, после чего был принят на работу на должность младшего научного в НИИЯФ МГУ.

Диссертация «Влияние облучения заряженными частицами на характеристики функциональных углеродных наноматериалов» выполнена на экспериментальном оборудовании ускорительного комплекса МГУ.

А.П. Евсеев в совершенстве овладел экспериментальными методами анализа твердотельных материалов (резерфордовское обратное рассеяние, комбинационное рассеяние света, сканирующая электронная микроскопия, энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия), а также методами расчета профилей ионно-индуцированных дефектов в твердотельных материалах и наноструктурированных образцов, в частности углеродных. Он принимал активное участие в создании экспериментальной камеры для модифицирования состава и структуры образцов с помощью ионно-пучковых методик, а также в разработке специальных оснасток для проведения таких экспериментов. Эксперименты по ионному облучению наноструктур проводил лично (прошел необходимую аттестацию и имеет допуск к работе с ионизирующим излучением). Освоил методику анализа поверхностных свойств и зарядовых характеристик образцов на основе многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ). А.П. Евсеев проявил себя как сложившийся специалист, способный самостоятельно решать поставленные перед ним задачи.

В диссертационной работе А.П. Евсеев представил ряд полученных при его определяющем участии экспериментальных результатов. В частности, с помощью ионных пучков показал, что ионное воздействие приводит к удалению внешних неоднородных графитизованных слоев и уменьшению средних диаметров МУНТ. При этом, при дальнейшем облучении МУНТ разбухают и появляются различные типы поперечных связей. А.П. Евсеевым была изучена эффективность модифицирования свойств углеродных материалов с помощью ионных пучков и обосновано применение полученных материалов для различных прикладных задач. В частности, он установил, что облученные МУНТ при оптимальной концентрации в суспензии проявляют антибактериальные свойства в большей степени, чем исходные МУНТ и специально синтезированные МУНТ с высокой дефектностью. Провел эксперименты по изучению эффективности фильтрации воды от тяжелых металлов с помощью МУНТ. Показал, что коэффициент вторичной электронной эмиссии зависит от структуры внедряемой в полимерный композит углеродной примеси.

Разработанные методики модифицирования свойств углеродных нанотрубок активно используются для создания перспективных материалов с контролируемыми свойствами для различных прикладных задач – от сенсоров и электроники до разработки материалов для космических миссий.

Диссертационная работа А.П. Евсеева апробирована, результаты докладывались на отечественных и зарубежных конференциях и опубликованы в 9 научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности «физическая электроника» (шифр 1.3.5). Диссертационная работа в полной мере удовлетворяет требованиям Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова.

Рекомендую диссертацию Евсеева Александра Павловича «Влияние облучения заряженными частицами на характеристики функциональных углеродных наноматериалов» к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности «физическая электроника» (шифр 1.3.5).

Научный руководитель  
кандидат физ.-мат. наук,  
зав. лабораторией ионно-пучковых нанотехнологий  
НИИЯФ МГУ им. М.В. Ломоносова

А.А. Шемухин

Подпись Шемухина Андрея Александровича удостоверяю:  
Ученый секретарь Ученого Совета  
НИИЯФ МГУ им. М.В. Ломоносова,  
кандидат физ.-мат. наук

Е.А. Сигаева