

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

экспертной комиссии диссертационного совета 24.1.086.01 на базе ИНХ СО РАН по диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук Баскаковой Ксении Ивановны **«Пассивные оптические элементы на основе полимеров и углеродных наноструктур для микроволнового и терагерцового диапазонов частот»**

Комиссия диссертационного совета 24.1.086.01 на базе ФГБУН Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН в составе: председателя — доктора физико-математических наук, профессора **Романенко Анатолия Ивановича**, членов комиссии — доктора физико-математических наук **Надолинного Владимира Акимовича** и доктора физико-математических наук, профессора **Окотруба Александра Владимировича**, в соответствии с п. 31 «Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук», утвержденного приказом Минобрнауки России от 10 ноября 2017 г. № 1093 (в ред. от 07.06.2021 г.), на основании ознакомления с диссертацией на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук **Баскаковой Ксении Ивановны** и состоявшегося обсуждения приняла следующее заключение:

1. Соискатель ученой степени кандидата физико-математических наук соответствует требованиям пп. 2-4 Положения о порядке присуждения ученых степеней (утв. Постановлением Правительства России от 24.02.2013 г. № 842 в ред. от 20.03.2021 г.), необходимым для допуска его диссертации к защите.
2. Диссертация на тему «Пассивные оптические элементы на основе полимеров и углеродных наноструктур для микроволнового и терагерцового диапазонов частот» в полной мере соответствует специальности 1.4.4. Физическая химия, к защите по которой представлена работа.
3. Основные положения и выводы диссертационного исследования отражены в 3 статьях, опубликованных Баскаковой Ксенией Ивановной в международных журналах, индексируемых в международных информационно-библиографических системах Web of Science и Scopus, а также в тезисах 8 докладов на российских и международных научных конференциях. Представленные соискателем сведения об опубликованных им работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации, достоверны.
4. Оригинальность текста диссертации составляет не менее 89 % от общего объема; цитирование оформлено корректно по всему тексту; заимствованного материала, использованного в диссертации без ссылки на автора, либо источник заимствования, не обнаружено; научных работ, выполненных соискателем ученой степени в соавторстве, без ссылок на соавторов, не выявлено.

5. Диссертационная работа направлена на разработку новых материалов для создания пассивных оптических элементов для микроволнового и терагерцового диапазонов частот на основе полимеров и углеродных наноструктур. В диссертации представлены методики получения полимерных композиционных материалов с добавлением углеродных наночастиц и композиционных периодических каркасов на их основе и результаты экспериментального и теоретического исследований особенностей их диэлектрических и проводящих свойств. В качестве углеродной составляющей были выбраны углеродные нанохорны, пористый материал, состоящий из агломератов коротких трубочек с коническими кончиками средним диаметром около нескольких нанометров, однослойные углеродные нанотрубы и терморасширенный графит. Изготовлены экранирующие покрытия для гигагерцового диапазона частот из полистирола с углеродными нанохорнами (1-32 масс.%) и частотные фильтры для терагерцового диапазона частот из акрилового фотополимера с однослойными углеродными нанотрубками (0,0025-0,04 масс.%) и терморасширенным графитом (0,01-0,04 масс.%).

Проведено исследование взаимосвязи между параметрами электродугового синтеза углеродных нанохорнов, их морфологией и электрофизическими свойствами. Установлено, что добавка толуола в реактор во время испарения графита или меламин в испаряемый электрод приводит к формированию углеродных нанохорнов меньшей плотности и увеличению их электропроводности. Предложена методика повышения устойчивости водных суспензий углеродных нанохорнов, синтезированных с добавлением толуола и термически обработанных, за счет окисления поверхностных СНх-групп с образованием гидроксильных и карбоксильных групп. Разработана растворная методика получения диэлектрических однородных полистирольных композиционных материалов с содержанием углеродных нанохорнов до 32 масс% (80 об.%) и эффективностью экранирования до 20 дБ при толщине материала 2 мм на частоте 4 ГГц. Выявлена эволюция механизмов поляризации и проводимости композиционной пленки при изменении содержания углеродных нанохорнов. Показано, что при концентрации наполнителя в композите ниже порога электрической перколяции, который составляет 17-28 масс.% в зависимости от параметров их синтеза и строения, основной вклад в проводимость полимерных композиционных материалов с углеродными нанохорнами вносит туннельный механизм, при более высокой концентрации появляется вклад от перколяционной сети.

Проведено исследование электромагнитных свойств композиционных материалов на основе полистирола и акрилового фотополимера с различными углеродными наночастицами. Показано, что порог электрической перколяции взаимосвязан с морфологией углеродных наноструктур и способом получения композиционных материалов. Изменения строения агломератов нанохорнов позволили понизить порог

перколяции полистирольных композиционных материалов с 28 до 17 масс.%. Экструзия композиционных материалов понижает порог электрической перколяции с 0,5 до 0,1 масс.%. однослойных углеродных нанотрубок в полистироле. Использование метода 3D печати по технологии цифровой светодиодной проекции позволило получить проводящие композиционные материалы с 0,02 масс.% однослойных нанотруб в акриловом фотополимере.

Разработана методика получения композиционных нитей (филаментов) на основе полистирола с однослойными углеродными нанотрубками для 3D-печати по технологии послойного наплавления путем экструзии измельченного полимерного композиционного материала с однослойными углеродными нанотрубками и показано, что экструзия улучшает дисперсию наночастиц в полистироле.

В рамках диссертационной работы впервые методом цифровой светодиодной проекции были изготовлены композиционные каркасные материалы с однослойными углеродными нанотрубками и терморасширенным графитом, обладающие свойствами частотных фильтров для диапазона частот 110 ГГц - 520 ГГц. Установлено, что минимумы пропускания излучения полученных изделий регулярно смещаются в сторону меньших частот при увеличении периода каркасов. Эффективность поглощения прошедшей волны увеличивается с увеличением слойности каркаса и доли наполнителя.

Комиссия рекомендует:

1. Принять к защите на диссертационном совете 24.1.086.01 на базе ИНХ СО РАН диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук **Баскаковой Ксении Ивановны** «Пассивные оптические элементы на основе полимеров и углеродных наноструктур для микроволнового и терагерцового диапазонов частот».

2. Утвердить официальными оппонентами:

– **Кибиса Олега Васильевича**, доктора физико-математических наук, профессора, главного научного сотрудника ФБГОУ ВО «Новосибирский государственный технический университет» (НГТУ), г. Новосибирск;

– **Красникова Дмитрия Викторовича**, кандидата химических наук, старшего научного сотрудника АНОО ВО «Сколковский Институт науки и технологий» (Сколтех), г. Москва.

3. Утвердить в качестве ведущей организации **ФГБУН «Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук»** (ИАиЭ СО РАН), г. Новосибирск.


д.ф.-м.н., профессор Романенко Анатолий Иванович


д.ф.-м.н. Надолинный Владимир Акимович

д.ф.-м.н., профессор Окотруб Александр Владимирович

дпись *Романенко А.И., Надолинного В.А., Окотруба А.В.*
зержю *А.И. Романенко*
енный секретарь ИНХ СО РАН
18 " 10 2022 г.