

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе Жмуровой Анны Валерьевны  
«Влияние параметров полимер-неорганических нанокомпозитов на их термическую  
деструкцию и электрическую проводимость»

Анна Валерьевна Жмурова в 2010 г окончила «с отличием» Физический факультет Иркутского государственного университета по специальности «Радиофизика и электроника» и в 2012 г магистратуру Физического факультета ИГУ по направлению «Электроника и микроэлектроника». С 2011 по 2019 гг. работала инженером электросвязи 2 кат. в Иркутском филиале ПАО «Ростелеком», с 2019 г. работает научным сотрудником лаборатории функциональных наноматериалов в Федеральном исследовательском центре «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН» (ИрИХ СО РАН). Свои научные изыскания в области исследования оптических и магнитных свойств металл-сополимерных нанокомпозитов диссертант начала с 2012 г. под руководством д.ф.м.н. проф. А.И. Илларионова и в сотрудничестве с научным коллективом ИрИХ СО РАН. В период с 2012 по 2016 гг. Анна Валерьевна проходила обучение по специальности «Физика конденсированного состояния» в аспирантуре Иркутского государственного университета путей сообщения, успешно сдала три кандидатских экзамена. В 2016 г. диссертант окончила обучение в аспирантуре с представлением диссертации, однако завершение трудовой деятельности в ИрИХ СО РАН синтетика объектов исследования и безвременная кончина научного руководителя в 2017 г. не позволили провести уточняющие эксперименты, необходимые для представления диссертации к защите.

Под моим руководством с 2021 г. Анна Валерьевна начала новое исследование в области разработки и изучения электрофизических и деструкционных свойств компонентов нанокомпозиционных термоэлектриков, представляющих собой полимер-неорганические композиты на основе монополимерных (проводящих и диэлектрических) матриц, а также полупроводниковых ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ,  $\text{Te}$ ) и металлических ( $\text{Ag}$ ,  $\text{Au}$ ) наночастиц. Актуальность представленной к защите диссертационной работы не вызывает сомнений. Её можно охарактеризовать как фундаментальное исследование, целью которого является выявление влияния наноморфологических особенностей полимер-основанных композитов на их термическую деструкцию и удельную электропроводность. В то же время диссертационное исследование имеет прикладную направленность, поскольку связано с созданием и исследованием свойств новых конденсированных сред – композиционных наноматериалов, которые можно также рассматривать в качестве перспективных компонентов сложных многофазных полимер-неорганических термоэлектриков. Определение термостойкости и температурной зависимости электрической проводимости новых материалов – значимый шаг на пути к получению знания об их термоэлектрической добротности. Актуальность исследований данной научной области, а также компетенция диссертанта подтверждается присуждением диплома II степень за представление на конкурсе научных проектов молодых ученых ИрИХ СО РАН за 2022 г. проекта «Синтез и термоэлектрические свойства композитов полупроводниковой нанопазы  $\text{Bi}_2\text{Te}_3/\text{Te}^0$  и полимерной матрицы на основе сополимера N-винилкарбазола с 1-винил-1,2,4-триазолом» (грант ИрИХ СО РАН 2022-05). Значительную часть диссертационной работы Жмурова А.В. успешно выполнила в рамках выигранного гранта 2022-05 ИрИХ СО РАН и Гос.

задания «Новые функциональные биополимеры и нанобиокompозиты для обеспечения прорывных результатов в критических технологиях материаловедения, биомедицины и сельского хозяйства» (2019-2025 гг.).

Глубокая проработка и анализ научной литературы позволил Анне Валерьевне выбрать наиболее перспективные с точки зрения большого значения термоэлектрической добротности отвечающие современным требованиям (биоразлагаемость, механические свойства, высокая электрическая проводимость) объекты исследования, при этом примечательно грамотное распределение внимания и усилий исследователя. Так, исследование термической деструкции проведено для двухкомпонентных нанокомпозитов биоразлагаемого полисахарида арабиногалактана (АГ) лиственницы Сибирской и наночастиц  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ , Ag, Au в инертной атмосфере (в научной литературе есть сведения о термическом разложении композитов АГ-Ag, АГ-Au лишь на воздухе). Исследование термической деструкции, а также температурной зависимости электрической проводимости было проведено на воздухе для двух- и трехкомпонентных композитов полианилина (ПАНИ),  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  и многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ), поскольку использование этих более проводящих (в ряду синтезированных объектов) композитов предполагается в воздушной среде. Также соискатель исследовала температурную зависимость электрической проводимости нанокомпозитов Te и диэлектрической синтетической матрицы поли(1-винил-1,2,4-триазол) (ПВТ) перспективной своими механическими свойствами. Большая часть объектов исследования получена при личном участии диссертанта. ПВТ синтезирован сотрудниками лаборатории функциональных полимеров ИрИХ СО РАН. На основе проведенного исследования диссертантом или при её непосредственном участии получены следующие новые важные результаты:

1. Окисление теллурид-анионов в присутствии стабилизирующей полимерной матрицы поли(1-винил-1,2,4-триазол) приводит к формированию наночастиц  $\text{Te}^0$ , средний размер которых определяется исходным соотношением полимер/прекурсор в реакционной среде и варьируется в интервале 4 - 9 нм;
2. Снижение термостойкости арабиногалактана при введении в его состав наночастиц  $\text{Ag}^0$ ,  $\text{Au}^0$  или  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  вызвано преимущественно формированием высокоразвитой межфазной поверхности полимер/неорганическая наночастица, обеспечивающей более эффективный теплоперенос в объеме нанокомпозита и вызывающий ускорение реакций внутримолекулярной дегидратации макромолекул матрицы на начальных стадиях нагрева композитов;
3. Изменение кинетических параметров (энергия активации, предэкспоненциальный фактор, модель) термической деструкции двухкомпонентных нанокомпозитов арабиногалактана и наночастиц  $\text{Ag}^0$ ,  $\text{Au}^0$ ,  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  определяется характеристиками нанокомпозитов, а именно природой и объемной долей неорганической нанофазы, размером наночастиц;
4. Рост процентного содержания неорганической нанофазы приводит к увеличению электрической проводимости механохимически синтезированных двухкомпонентных композитов полианилина и наночастиц  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  или  $\text{Te}^0$  вследствие уменьшения характеристической температуры Мотта. Для трехкомпонентных композитов с нанофазным  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  и многостенными углеродными нанотрубками температурная

зависимость электрической проводимости соответствует модели Аррениуса, преобладает термоактивационный механизм транспорта носителей заряда. Для менее проводящих трехкомпонентных композитов с нанофазным  $\text{Te}^0$  доминирующим механизмом является трехмерный прыжковый с переменной длиной прыжка.

В течение своей научно-исследовательской деятельности Жмурова А.В. многократно выступала с докладами о результатах своего диссертационного исследования на общепланетарных семинарах лаборатории функциональных наноматериалов и лаборатории функциональных полимеров в ИрИХ СО РАН, а также на 9 Всероссийских и Международных научных конференциях. Итоги её работы неоднократно заслуживали высокую оценку профильных экспертов, поэтому можно утверждать, что результаты диссертационных исследований Жмуровой Анны Валерьевны достаточно хорошо известны научной общественности и прошли успешную апробацию. Это также подтверждается публикационной активностью диссертанта. По итогам проведенных исследований Анна Валерьевна опубликовала 13 работ, 3 из которых имеют особенно высокий профессиональный уровень и представлены в журналах, входящих в список ВАК и в международные реферативные базы данных Scopus и Web of Science (квартили Q1 и Q2). При этом две работы опубликованы в таком авторитетном в области термического и кинетического анализа материалов журнале, как Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (Q1).

В целом Жмурову А.В. можно охарактеризовать как сложившегося ответственного научного работника, способного решать научно-исследовательские задачи как теоретического, так и экспериментального характера в области физики конденсированного состояния. Анна Валерьевна отличается дисциплиной и большим трудолюбием, а также скрупулёзностью и требовательностью к себе. Она активно участвует в научной и общественной жизни нашей лаборатории.

Считаю, что диссертационная работа «Влияние параметров полимер-неорганических нанокомпозитов на их термическую деструкцию и электрическую проводимость» является законченным научным исследованием, соответствующим требованиям ВАК Минобрнауки РФ, а её автор, Жмурова Анна Валерьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – Физика конденсированного состояния.

Научный руководитель, к.х.н.  
(специальность 02.00.03 – органическая химия),  
ведущий научный сотрудник Лаборатории  
функциональных наноматериалов Федерального  
государственного бюджетного учреждения науки  
Федеральный исследовательский центр «Иркутский  
институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН»

664033, г. Иркутск, ул. Фаворского, 1

Зверева Марина Владимировна



07 апреля 2026 г.

Телефон: 8 (3952) 51-14-31  
E-mail: mlesnichaya@irk.iriocn.ru

