

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский  
ядерный университет «МИФИ»

Северский технологический институт –  
филиал федерального государственного  
автономного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский  
ядерный университет «МИФИ»  
(СТИ НИЯУ МИФИ)

просп. Коммунистический, д. 65, г. Северск,  
Томская область, 636036

тел. (3823) 780-201, факс (3823) 780-221

http://www.ssti.ru E-mail: secretary@ssti.ru

23.11.2018 № 904

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Ученому секретарю диссертационного  
совета Д 212.267.23 при «Нацио-  
нальном исследовательском Томском  
государственном университете»  
С.А. Кузнецовой

– 634050, г. Томск,  
пр. Ленина, 36

### Отзыв

на автореферат диссертации Малий Л.В.

по теме «Физико-химические процессы при нестационарном высокоэнергетическом синтезе селенида кадмия», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия

Диссертационная работа Малий Л.В. посвящена актуальной теме – разработке комплексного подхода к описанию нестационарных физико-химических процессов в приэлектродном слое и синтез CdSe высоковольтным импульсным методом.

Поиск и создание высокоэффективных процессов для целенаправленного синтеза бинарных соединений и твердых растворов, которые могут быть использованы в функциональных материалах различного применения, является важной и актуальной технологической задачей.

Выбор автора селенида кадмия в качестве объекта исследования является удачным, поскольку это соединение как важный представитель бинарных полупроводников типа  $A^{II}B^{VI}$  находит широкое применение в солнечных элементах и устройствах оптоэлектроники, благодаря фотоэлектрохимическим и фотовольтаическим свойствам, а также высокой светочувствительности в видимом диапазоне света.

Использование импульсного электрохимического осаждения позволяет получать осадки с улучшенными морфологическими и структурными свойствами за счет увеличения плотности тока, однако для осаждения сплавов и бинарных соединений оно практически не используется, поскольку до настоящего времени мало изучено. Воздействие короткими высоковольтными импульсами поляризующего напряжения на границу раздела фаз электрод - раствор создает нестационарные высокоэнергетические условия, которые позволяют значительно увеличить скорость осаждения и получать качественные осадки веществ при обычных внешних условиях без дополнительной обработки. В условиях высоковольтного импульсного воздействия термодинамические и электрохимические равновесные потенциалы становятся непри-

менимыми для описания протекающих электрохимических процессов. В этой связи для разработки метода важным является описание процессов массопереноса в приэлектродном пространстве, поскольку они определяют протекающий электрический ток и, следовательно, скорость осаждения вещества.

Полученные автором результаты являются новыми, а выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, представляют научную и практическую ценность.

Научную новизну представляет то, что

- впервые разработан комплексный подход к описанию электрохимических процессов, происходящих в приэлектродном слое раствора при катодном осаждении бинарного полупроводникового соединения в условиях нестационарной диффузии под действием импульсного высоковольтного напряжения при помощи математических моделей на основании решения диффузионного уравнения;

- впервые проведен синтез нанокристаллического стехиометрического CdSe высоковольтным импульсным осаждением из водных растворов серной кислоты на подложки из меди, титана и титана, покрытого слоем макропористого диоксида титана, при обычных внешних условиях;

- установлено, что увеличение длительности импульса напряжения приводит к увеличению ширины запрещенной зоны CdSe;

- определены условия, при которых стехиометрия осадка бинарного соединения определяется молярным соотношением осаждаемых компонентов в исходном растворе электролита.

Практическая значимость работы заключается в разработке способа электрохимического осаждения под действием высоковольтных импульсов для целенаправленного синтеза низкоразмерных структур на основе бинарных полупроводниковых соединений, в частности CdSe, для создания функциональных материалов. Предложенный метод отличается высокой скоростью осаждения равномерных по составу и строению осадков бинарных соединений с улучшенными морфологическими и структурными свойствами. Использование импульсного высоковольтного метода осаждения позволяет решить важные практические проблемы электрохимического синтеза полупроводников: 1) значительно снизить время осаждения; 2) на порядок уменьшить концентрацию используемых растворов; 3) упростить контроль стехиометрии осаждаемого бинарного соединения.

Достоверность полученных результатов и сформулированных автором положений и выводов не вызывает сомнений. Она подтверждается надёжностью способов измерения параметров и аналитических методик выполнения измерений, а также применением комплекса современных физико-химических методов исследования и обработки результатов.

Основные результаты диссертационной работы достаточно полно отражены в 2 статьях в журналах, включённых в Перечень рецензируемых научных изданий, в 2 статьях в зарубежных изданиях, а также в материалах авторитетных всероссийских

и международных конференций. Это свидетельствует о высоком уровне апробации диссертационной работы.

Представленная к защите диссертация Малий Л.В. является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне.

Диссертационная работа имеет внутреннее единство и содержит совокупность достоверных научных результатов, положений и выводов, полученных и предложенных лично автором. В работе на основании выполненных автором исследований решена научная задача, имеющая существенное значение для отрасли химических наук. По новизне результатов, практической и теоретической значимости поставленных и решенных задач она соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» Министерства образования и науки Российской Федерации, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, её автор Малий Любовь Викторовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Директор центра по быстрой энергетике  
Северского технологического института,  
доктор технических наук, профессор

Александр Николаевич Жиганов



23 ноября 2018 г.

Подпись Жиганова А.Н. подтверждаю.  
Руководитель СТИ НИЯУ МИФИ  
кандидат физико-математических наук, доцент



С. А. Карпов

Сведения об организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
115409, Российская Федерация, г. Москва, Каширское ш., 31

Телефон: +7 (495) 788-56-99, +7 (499) 324-77-77

Электронная почта: info@mephi.ru

Веб-сайт: <https://mephi.ru>