

**Отчет о результатах участия
в совместной программе СПбГУ и DAAD
«Дмитрий Менделеев»**



UNIVERSITAS
PETROPOLITANA
MDCCXXIV

ФИО	Подурец Анастасия Александровна	
Факультет	Институт химии	
Кафедра, должность	Общей и неорганической химии	
Контактная инф-ция (тел., e-mail)	+7 911 120 50 88, 89111205088p@gmail.com	
Принимающий университет	Университет Эрлангена — Нюрнберга (Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg)	
Принимающее подразделение	Кафедра химии и фармации, научная группа химии тонкопленочных материалов (Department of Chemistry and Pharmacy, Chemistry of Thin Film Materials)	
Принимающий профессор (ФИО, должность)	Профессор Жюльен Бахманн (Prof. Julien Bachmann, Ph. D. Chair, Chemistry of Thin Film Materials).	
Контактная инф-ция принимающего профессора (тел., e-mail)	+49 9131 85-70551, julien.bachmann@fau.de	
Сроки поездки:	Дата отъезда	Дата возвращения
	26.09.2019	24.12.2019
Первоначальный план и цели визита:		
<p>Цель стажировки: синтез и характеристика наночастиц типа ядро-оболочка на основе диоксида олова методом ALD (atomic layer deposition, атомно-слоевого осаждения) и определение электрохимических параметров конечного материала в моделях литий-ионных батарей.</p> <p>План стажировки: (1) Синтез наночастиц типа ядро-оболочка на основе SnO₂ с полупроводниковой оболочкой различной кристалличности и толщины, с использованием метода ALD – получение серий образцов состава SnO₂ @ ZnO, SnO₂ @ TiO₂, SnO₂ @ Sb₂O₃; (2) Синтез наночастиц типа ядро-оболочка на основе допированного медью SnO₂ (далее – Cu- SnO₂) с полупроводниковой оболочкой различной кристалличности и толщины, с использованием метода ALD – получение серий образцов состава Cu-SnO₂ @ ZnO, Cu-SnO₂ @ TiO₂, Cu-SnO₂ @ Sb₂O₃; (3) Определение морфологических параметров полученных наночастиц (размер, форма, фазовый состав) с использованием методов рентгенофазового анализа (РФА), просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ), фотоэлектронной спектроскопии (РФЭС), инфракрасной спектроскопии (ИК), определение площади удельной поверхности методом БЭТ; (4) Анализ полученных результатов и установление оптимальных условий проведения процесса синтеза (в том числе количества циклов ALD и длительности обработки ядра). Выбор образцов с требуемыми характеристиками (аморфная, предкристаллическая и кристаллическая оболочка для всех указанных выше составов); (5) Регистрация циклических вольтамперограмм и кривых заряда-разряда образцов с оптимальными характеристиками, установление взаимосвязи структуры и электрохимического поведения образцов.</p>		
Укажите подробно результаты поездки:		
<p>Проведен синтез наночастиц типа ядро-оболочка на основе SnO₂ с полупроводниковой оболочкой различной кристалличности и толщины, с использованием метода ALD – получена серия образцов состава SnO₂ @ ZnO, SnO₂ @ TiO₂, SnO₂ @ SnO₂.</p> <p>Проведен синтез наночастиц типа ядро-оболочка на основе допированного медью, кобальтом и хромом SnO₂ (далее – Cu (Co, Cr)- SnO₂) с полупроводниковой оболочкой различной кристалличности и толщины, с использованием метода ALD – получение серий образцов состава Cu (Co, Cr)- SnO₂@ ZnO, Cu (Co, Cr)- SnO₂@ TiO₂, Cu (Co, Cr)- SnO₂@ SnO₂</p> <p>Всего получено 55 образцов.</p> <p>Толщина оболочки для оксидов титана и цинка варьируется от 0.2 до 6 нм, для оксида олова – 0.2 – 0.5 нм.</p> <p>Проведен анализ полученных результатов, рассчитаны скорости роста оболочек различной природы и установлены оптимальные условия проведения ALD процесса (в том числе: температура, исходные компоненты, количество циклов ALD и длительность обработки ядра) для получения оболочек заданной толщины.</p> <p>Используемая в FAU методика получения материалов для изучения электрохимических характеристик</p>		

<p>образцов оптимизирована для нанопорошков (изучено влияние массовых соотношений активного компонента, связующего и проводящего компонента; природы связующего и проводящего компонента; типа фольги, используемой в качестве катодной подложки; установлены оптимальные компоненты и методика их смешения).</p> <p>На базе разработанной методики и с использованием подготовленных материалов в настоящее время в FAU проводится длительное тестирование электрохимических характеристик образцов с оптимальными характеристиками.</p> <p>В СПбГУ в настоящее время проводится дополнительная характеристика полученных образцов с использованием оборудования Научного парка.</p> <p>На основании всех полученных данных о морфологических параметрах синтезированных образцов будет предложена модель роста оболочек различной природы на полупроводниковых ядрах.</p>	
<p>Есть ли планы, которые не удалось реализовать? По какой причине?</p>	
<p>Несмотря на проведенную серию экспериментов было показано, что образцы состава $\text{SnO}_2@\text{Sb}_2\text{O}_3$, Cu (Co, Cr)- $\text{SnO}_2@\text{Sb}_2\text{O}_3$ могут быть получены только в очень небольшом количестве и в течение длительного времени (было установлено, что для получения 50 мг конечного порошка требуется не менее 24 часов, что не удовлетворяет требованиям по энергоэффективности процессов получения наноразмерных материалов). Выдвинуто предположение о том, что наблюдаемые особенности синтеза обусловлены кристаллической структурой оболочки, и для получения подобных структур с удовлетворительным выходом необходимо использовать ядра другой природы.</p>	
<p>Укажите подробно намеченные планы дальнейшего сотрудничества:</p>	
<p>Изучение фотокаталитических свойств полученных образцов, установление взаимосвязи их строения с демонстрируемыми функциональными свойствами.</p> <p>Подготовка научных публикаций (статей в высокорейтинговых журналах) по результатам исследований (не менее одной).</p> <p>Изучение механизмов формирования оболочек на ядрах различной природы (допированные диэлектрики и полупроводники), установление взаимосвязи между структурой формирующейся оболочки и морфологическими параметрами (размер, форма, состав поверхности) ядра.</p>	
<p>Ваши пожелания и комментарии по поводу Программы в целом:</p>	
<p>Стипендиальная программа «Дмитрий Менделеев» позволила мне получить не только профессиональный, но и межличностный опыт работы в научной сфере. Благодаря интернациональному составу исследовательской группы профессора Бахманна, с которой мне посчастливилось работать в FAU, удалось установить социальные и научные контакты с учеными из разных стран, наметить планы дальнейшего сотрудничества, что, несомненно, позволит расширить мою научную область деятельности.</p> <p>Хочу выразить огромную благодарность отделу международного научно-технического сотрудничества за оказанную поддержку в решении возникших организационных вопросов и, конечно же, за предоставленную возможность сотрудничества с ведущими учеными Германии. Обязательно буду участвовать в данном конкурсе для продолжения совместной работы в рамках развиваемого мной нового направления.</p>	
<p>Дата: 08.01.2020</p>	<p>Подпись:</p> 