

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Рыжкова Николая Владимировича

«Исследование физико-химических свойств рН-чувствительных полиэлектролитных слоёв на поверхности металлов и полупроводников во внешних электромагнитных полях», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. – физическая химия.

Работа Н.В. Рыжкова посвящена изучению процессов, происходящих в рН-чувствительных слоях на поверхности полупроводников при их облучении, вызывающем возникновение рН-градиента. В частности, изучены процессы в слоях слабых полиэлектролитов и цвиттер-ионных липидов на поверхности диоксида титана. Большое внимание уделено также моделированию фотоэлектрохимических систем с помощью электрохимических. Кроме того, отдельно рассмотрены перспективы использования рН-чувствительных полиэлектролитных слоев для управления биологическими объектами на примере биопленок *E.coli*.

Актуальность работы обусловлена необходимостью разработки новых методов и подходов управления объектами окружающего нано- и микромира, что является приоритетным направлением развития современной науки и техники. Установление закономерностей процессов в синтетических полупроводниково-полиэлектролитных композитах позволит направленно создавать умные биоматериалы: биосенсоры, средства доставки лекарств, покрытия для имплантатов и др. Разработка подходов к управлению морфологическими и конструкционными свойствами светочувствительных композитов открывает широкие перспективы их применения в инженерии тканей и создании адаптивных покрытий.

Работа состоит из введения, обзора литературы, описания материалов и методов исследования, глав, посвященных результатам собственных исследований автора, выводов и списка использованной литературы. Работа изложена на 140 страницах, в том числе содержит 67 рисунков, 5 таблиц. Обзор литературы охватывает 127 источников, большинство из рассмотренных в обзоре статей опубликовано в высокорейтинговых международных журналах, многие из них за последние несколько лет. Обзор достаточно полноценно освещает современное состояние исследований процессов, протекающих на границах раздела. Описание использованных материалов и методов исследования приведено в достаточном объеме во второй главе диссертации.

Главы 3-6 описывают результаты исследований, полученные автором в ходе самостоятельной экспериментальной работы. Материал изложен логично, последовательно, грамотно, выдержан в едином стиле.

В рамках данной работы было показано, что активность электродов и фотоэлектродов, покрытых полиэлектrolитными слоями выше по сравнению с чистыми, продемонстрирована эффективность использования полиионных сборок для защиты от коррозии и фотокоррозии, показан пример адаптивного фотоуправляемого биоинтерфейса на основе липидного бислоя и полиэлектrolитных слоев, а также показано, что степень протонирования полиэлектrolитных покрытий влияет на трехмерную архитектуру биопленки, растущей на покрытом полиэлектrolитами субстрате.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений. Спланированные экспериментальные исследования полностью вытекают из поставленных задач. В работе использован широкий диапазон экспериментальных методов. Объем выполненного исследования позволил обосновать выносимые на защиту положения.

По итогам выполненных исследований автором сформулировано 5 выводов, полностью подтвержденных приведенными результатами и

соответствующих поставленным задачам.

Результаты диссертационной работы полноценно изложены в 13 опубликованных статьях в изданиях, рекомендованных ВАК и индексируемых Scopus и Web of Science. Материалы диссертации были неоднократно представлены автором на конференциях различного уровня (11 тезисов докладов конференций).

По работе можно сделать следующие замечания:

- 1) Стр.23. не указаны удельное сопротивление и кристаллографическая ориентация пластин кремния n – типа, а также элемент, который использовался в виде донорной примеси. Влияние подложки не учитывалось, но ранее было показано, что нанесение полиэлектролитных слоев изменяет поверхностный потенциал кремниевой подложки [Langmuir, 2009, 25(21), 12529-12534]. Было бы полезно учитывать влияние полиэлектролитных слоев не только на частицы оксида титана, но и на кремниевую подложку.
- 2) Стр.27. Авторы описывают, что промывку после нанесения проводят дистиллированной водой, хотя, учитывая чувствительность полиэлектролитных слоев к составу ионов в растворе следовало использовать деионизованную воду с высоким удельным сопротивлением;
- 3) Авторы использовали в большинстве экспериментов следующий состав полиэлектролитного покрытия - (PEI/PSS)3/PEI. К сожалению, я не нашел в работе объяснения почему было выбрано для модификации такая структура полиэлектролитного покрытия.
- 4) Важным параметром полиэлектролитных слоев является их толщина, было бы полезным помимо структуры слоев привести значения толщины и сравнить их с литературными данными;
- 5) Для логических элементов большое значение имеет время

переключения. Было бы интересно оценить эти времена и сравнить с данными параметрами для используемых в настоящее время систем;

6) В диссертации на рис.52 б) и рис 53 б) и в автореферате на рисунках 11 б) и 12 б) на шкале абсцисс – время, не приведены единицы измерения времени, поэтому оценить время срабатывания логических элементов не представляется возможным;

7) Было бы полезным дополнить исследования по влиянию молекулярной массы катионного полиэлектролита на его токсичность в отношении бактерий, результатами измерений контактного угла поверхностей модифицированных полимером.

Кроме того, в работе встречаются, хотя и в незначительном количестве, слова с пропущенными буквами, лишние предлоги, и т.д., например: Стр.51. подпись к рисунку 12 «образца мезопорситого»; стр.52 «Интересно, что нанесение слоя PSS на уменьшает значение краевого угла»; и т.д.

Публикации (11 оригинальных статей, 2 обзорные статьи и 11 тезисов докладов на научных конференциях), а также автореферат адекватно отражают содержание работы. Обоснованность и достоверность основных результатов и выводов работы обеспечивается надежностью экспериментальных методов исследования, процедурами обработки результатов, комплексностью подхода и отсутствием противоречий в интерпретации результатов.

Рассматриваемая диссертация является законченной научно-квалификационной работой, по своему уровню, объему выполненных исследований и анализа полученных результатов соответствует требованиям п.п. 9-14 «Положения о присуждения ученых степеней

Правительства РФ №842 от 24.09.2013г.», а ее автор Рыжков Николай Владимирович заслуживает присуждения степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4 – физическая химия.



Официальный оппонент

Горин Дмитрий Александрович

доктор химических наук по специальности 02.00.04 «Физическая химия»

профессор по специальности 03.01.02 «Биофизика»

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования «Сколковский институт науки и технологий»,

профессор центра фотоники и квантовых материалов

Адрес: 121205, г. Москва, Большой бульвар д.30, стр.1, Россия

Телефон: +7 (495) 280 14 81

d.gorin@skoltech.ru

Дата: 22.10.2021

Подпись д.х.н., профессора Д.А. Горина заверяю.

РУКОВОДИТЕЛЬ ОТДЕЛА
КАДРОВОГО АДМИНИСТРИРОВАНИЯ

