

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Васильевой Анны Алексеевны на тему: «**Синтез композитов на основе полианилина, допированного наночастицами металлов для электрохимических сенсоров**», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по научной специальности - 1.4.6. Электрохимия

Новые подходы к получению электрохимических сенсоров необходимы для решения широкого ряда задач в области медицины, экологическом мониторинге, и пр. Актуальность диссертационной работы Васильевой А.А. обуславливается не только изучением новых объектов, а именно наноструктурированных композитов на основе полианилина с внедренными наночастицами каталитически активных металлов, но и методами их синтеза. Рассмотрены как планарные, так и 3D структуры, полученные за счет применения темплатов - наномембран анодированного оксида алюминия. **Актуальность** темы не вызывает сомнений. Сформулированная автором цель работы и перечень задач, которые необходимо было решить для успешного выполнения этой цели, отличаются не только **научной новизной**, но и конкретностью и **практической направленностью**.

Разработана методика синтеза полианилина на различных типах поверхностей. Методами колебательной спектроскопии изучено влияние на структуру и морфологию ПАНИ как органических и неорганических тонких подслоев на поверхности подложки, так и архитектуры подложки. Необходимо отметить, что впервые проведен широкий ряд экспериментов по лазерно-индуцированному осаждению металлических наноструктур из коммерчески доступных прекурсоров. Продемонстрировано, что полученные объекты активны в электрохимических процессах выделения водорода, окисления аскорбиновой кислоты и глюкозы.

Диссертационная работа изложена на 148 страницах, содержит 9 таблиц и 84 рисунка и состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, обсуждения результатов, выводов, списка использованной литературы и приложения. Во введении описаны актуальность, основные задачи, научная

новизна и практическая значимость диссертационной работы. Работа выглядит логически выстроенной и законченной. Результаты работы изложены во 2-й и 3-й главах диссертационной работы и опубликованы в 5 статьях, опубликованных в журналах относящихся к квартилю Q1 и индексируемых в базах WoS и Scopus, а также в тезисах докладов на 11 международных и российских конференциях.

В первой главе, посвященной анализу современных представлений в области диссертационного исследования, приведена информация о структуре и свойствах полианилина, методах синтеза каталитически активных электродных поверхностей на основе наночастиц металлов, применении композитных материалов в области электрохимических приложений. Во второй главе описана проведенная экспериментальная работа, а именно эксперименты по синтезу полианилина, мембран анодированного оксида алюминия, лазерно-индуцированному осаждению металлов, характеристикации полученных объектов.

В третьей главе изложены результаты проведенных исследований. Описан “in situ” микросинтез полианилина на планарных и наноструктурированных поверхностях. Продемонстрированы изменения структуры полимера при варьировании параметров синтеза. Установлены оптимальные параметры синтеза полимерных слоев внутри пор наномембран. В этой же главе излагаются результаты синтеза металлических наночастиц и наноструктур Cu, Ag, Au, Pt, Ru, AgPt, AgAu методом лазерно- индуцированного осаждения из коммерчески доступных прекурсоров. Показано осаждение наночастиц металлов на полианилин, в том числе продемонстрировано формирование наночастиц на поверхности полианилина внутри пор мембран анодированного оксида алюминия. Далее была изучена возможность применения разработанных структур в качестве вольтамперометрических сенсоров на аскорбиновую кислоту, потенциометрических сенсоров на глюкозу, показана применимость для электрокаталитического разложения воды. В **заключении** автор подводит итоги проделанной работы и перечисляет наиболее важные результаты, полученные им в ходе выполнения данного исследования и делает **выводы** о перспективности

предложенных автором методических подходов для получения ПАНИ-МНЧ композитов планарной и 3D архитектуры. С точки зрения **практической значимости** данной работы следует подчеркнуть что, автором продемонстрировано применение АОА-ПАНИ структур в качестве вольтамперометрических сенсоров на аскорбиновую кислоту, а также продемонстрирована применимость миниатюрных электродов на основе АОА-ПАНИ-Ag для детектирования глюкозы в реальных биологических образцах – плазме крови лабораторных крыс.

В диссертации представлен большой объем исследований, выполненных с применением широкого ряда современных инструментальных методов анализа (сканирующая электронная микроскопия, просвечивающая электронная микроскопия, ИК- и КР-спектроскопия, спектроскопия оптического поглощения, циклическая вольтамперометрия, спектроскопия импеданса, хроноамперометрия), что убедительно подтверждает **достоверность** результатов.

**Личный вклад автора** является несомненным и состоит в активном участии в постановке задач и исследований, планировании и проведении экспериментов, исследовании свойств объектов, а также в анализе, интерпретации и обобщении полученных результатов, подготовке научных публикаций.

**Замечания** и вопросы по тексту диссертации:

- Что подразумевается под возможной деградацией полианилина при облучении лазером?
- Для проведения измерения содержания глюкозы на современных тест-полосках требуется около 20 микролитров образца. В диссертационном исследовании автору удалось сократить объем пробы до 100 микролитров. Есть ли у разрабатываемых систем дальнейший потенциал к миниатюризации?
- На стр. 19 допущена опечатка в слове «металлорганических»

Указанные вопросы и замечания не оказывают сколько-нибудь существенного влияния на положительную оценку диссертации А.А. Васильевой.

Диссертация Васильевой Анны Алексеевны на тему «Синтез композитов на основе полианилина, допированного наночастицами металлов для электрохимических сенсоров» **соответствует основным требованиям**, установленным Приказом от 19.11.2021 г. № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Васильевна Анна Алексеевна **заслуживает** присуждения ученой степени кандидата химических наук по научной специальности 1.4.5. Электрохимия. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета,  
доктор физико-математических наук,  
профессор, профессор кафедры аналитической химии,  
Института химии,  
Санкт-Петербургского государственного университета



Семенов В.Г.

02.11.2022 г.