ОТЗЫВ

научного руководителя PhD, доцента Оразбаева С.А. на диссертационную работу **Жумадилова Рахымжана Ерболсынулы**

на тему: «Исследование свойств углеродных наностен для разработки электронных устройств»

представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D07112 – Наноматериалы и нанотехнологии»

Докторская диссертация Жумадилова Рахымжана посвящена комплексному исследованию свойств углеродных наностен (УНС) и разработке электронных устройств на их основе, таких как газовые сенсоры, самоадаптивные фотодиоды и электрохимические сенсоры. Работа является весьма актуальным, поскольку создание электронных устройств на основе наноматериалов имеет большой потенциал использования в различных экономических секторах.

Диссертационная работа представлена в форме серии 3 статей, опубликованных в изданиях, входящих в первый и второй квартиль по импакт-фактору по данным Journal Citation Reports компании Clarivate Analytics. В двух статях Жумадилов Р.Е. является первым автором.

Исследование включает три ключевых направления.

Первое, разработаны и созданы газовые сенсоры на основе УНС и встречно-штыревых микроэлектродов, и исследованы их газочувствительные свойства при различных концентрациях CO_2 и температуре. Изучены морфологические и структурные особенности используемых УНС. Проведенные испытания газовых сенсоров показали приемлемый уровень стабильности и отличные показатели повторяемости и воспроизводимости. Полученные результаты подтверждают применимость УНС для обнаружения газа CO_2 и возможность создания эффективных и простых в изготовлении газовых сенсоров с использованием УНС.

Во втором направлении проводились комплексные исследования влияния электронного и протонного облучения на свойства УНС. Было установлено, что тип облучения влияет на морфологию и структурные характеристики УНС, что в свою очередь приводит к изменению работы выхода, улучшению оптического пропускания, повышению поверхностного сопротивления и снижению удельной проводимости пленок УНС. Учитывая эти данные, был разработан самоадаптивный фотодиод на основе УНС/CdZnTe с устойчивой чувствительностью и высокой детектирующей способностью при протонном облучении.

Третье направление работы фокусируется на разработке и создании электрохимического сенсора, использующего УНС легированные азотом, для обнаружения пероксида водорода (H_2O_2). Исследования показали, что токовый отклик УНС увеличивается при повышении содержания азота. Высокое содержание графитовых связей азота в УНС способствует адсорбции H_2O_2 и улучшает кинетику переноса электронов, что приводит к увеличению тока восстановления. Полученные результаты подтверждают высокий потенциал

УНС, легированных азотом, для создания высокочувствительных электрохимических сенсоров, предназначенных для обнаружения H_2O_2.

Все исследовательские работы были проведены с применением широко известных методик и современного аналитического оборудования. Что подтверждает достоверность полученных результатов. Новизна представленной работы подтверждается в 4 публикациях в высокорейтинговых рецензируемых научных журналах входящих в базу Web of Science и Scopus.

В целом, данное исследование представляет собой качественный научный труд, который обладает как теоретической, так и прикладной значимостью. Результаты данной работы способствуют расширению понимания о свойствах УНС и их потенциале в создании электронных устройств с разнообразными функциональными характеристиками. Это исследование вносит вклад в развитие области наноматериалов и нанотехнологий, а также может послужить основой для разработки новых методов и технологий в области электроники и сенсорики.

Учитывая вышеизложенное, исследовательская работа Жумадилова Р.Е. на тему «Исследование свойств углеродных наностен для разработки электронных устройств», представленная на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе «8D07112 – Наноматериалы и нанотехнологии» соответствует всем квалификационным требованиям правил присуждения степеней, а его автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD).

Научный консультант,
PhD, доцент С.А.Оразбаев

Қолын растаймын
Подпись заверяю

ӘЛ-ФАРАБИ
БИН 990140001154