



Rensselaer

MICHAEL S. SHUR, DR. SC.  
PATRICIA W. AND C. SHELDON ROBERTS PROFESSOR  
ECSE and PHYSICS, APPLIED PHYSICS, AND ASTRONOMY  
DIRECTOR, BROADBAND CENTER

17 марта, 2023 г.

## ОТЗЫВ

зарубежного научного консультанта на диссертационную работу Ханиева Бақыта Абайұлы на тему «Электрические характеристики полупроводниковых газовых сенсоров при наличии воздействия фотонов», представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

Диссертация Ханиева Бақыта Абайұлы посвящена исследованию электрических характеристик газовых сенсорных приборов на основе наноструктурированного пористого кремния и некоторых гетероструктурных материалов, полученных в результате поверхностной модификации пористого кремния. В работе получены новые интересные результаты в области газовых сенсоров. Апробированы несколько способов получения наносенсоров, таких как получение гетероструктур, поверхностная модификация с нанесением металлического слоя на поверхности пористого наноструктурного кремния для улучшения чувствительности электрических характеристик наносенсора к различным молекулам газа. Из-за большой поверхности эти наноструктуры могут быть хорошими сенсорами газа, что и показано в экспериментальных работах. Показано, что для наноструктурированного пористого кремния, существует оптимальный показатель пористости, при котором чувствительность газового сенсора на его основе имеет максимальное значение. Поверхностные модификации пористого кремния оказались отличными селективными и чувствительными сенсорами. В работе продемонстрирована возможность применения гетероструктурных материалов на основе пористого кремния для обнаружения неполярных газов, как толуол и хлороформ, и получены достаточно хорошие результаты по чувствительности.

В работе Ханиева Б.А. были обнаружены и исследованы нелинейные характеристики, которые могут возникать не из-за Шоттки барьера между контактом и металлом, а из-за самих наноструктур кремния. Произведен количественный анализ гистерезисов вольт-амперных характеристик исследуемых материалов. Показано влияние фотонов на электрические характеристики, а именно, на емкость и проводимость полупроводниковых наноструктурированных и гетероструктурных материалов.

Rensselaer Polytechnic Institute  
110 8<sup>th</sup> Street | Troy, New York 12180-3590 USA | СП 6015  
Phone (518) 276-2201 | Fax (518) 276 2990 | E-mail: shurm@rpi.edu  
Web: <http://www.ecse.rpi.edu/shur/>

Показана возможность создания реального цифрового электронного газового сенсора с высокой чувствительностью, хорошей селективностью и низким пределом обнаружения на основе пористого кремния и гетероструктурных материалов. Полученные результаты характеризуются внутренним единством. Все результаты работы обоснованы и снабжены объяснениями.

По моему убеждению, диссертационная работа Ханиева Бақыта Абайұлы удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к работам, представленным на соискание степени доктора философии (PhD). Я рекомендую Ученому Совету принять диссертационную работу Ханиева Б.А. к защите на соискание ученой степени доктора философии (PhD) по специальности «6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации», и желаю ее автору дальнейших успехов на его творческом пути.

Майкл Шур

