

Автономная некоммерческая образовательная организация высшего образования  
«Сколковский институт науки и технологий»  
Территория Инновационного Центра «Сколково», Большой бульвар д.30, стр.1, Москва 121205, Россия  
ОГРН 1115000005922 ИНН/КПП 5032998454/503201001  
Тел.: +7 (495) 280-14-81, факс +7 (495) 280-14-82

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Козловского Александра Валерьевича «Фотостимуляция твердотельных сенсорных структур на основе кремния и полиэлектrolитного покрытия», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Установление связи фотоэлектронных процессов в полупроводниковой структуре с параметрами полиэлектrolитных функциональных слоев на её поверхности, а также этих параметров с электрофизическими, фотоэлектрическими и сенсорными характеристиками гибридной структуры, сформированной методом последовательного нанесения полиэлектrolитных макромолекул на поверхность кремниевых подложек, является актуальной задачей современной твердотельной электроники, так как способствует улучшению параметров и оптимизации режимов изготовления биосенсорных структур, работающих на полевом эффекте.

При выполнении диссертационной работы автором впервые получен ряд результатов, имеющих как фундаментальное значение, так и практическую значимость. К таким результатам относится, например, обнаруженное влияние фотостимуляции кремния на эффективность пассивации структур  $p\text{-Si/SiO}_2$  и  $n\text{-Si/SiO}_2$  катионным полиэлектrolитом на примере полиэтиленimina (ПЭИ). Получено, что освещение во время нанесения слоя ПЭИ приводит к более значительному уменьшению интегральной плотности заряженных поверхностных электронных состояний. Показано на примере фермента глюкозооксидазы (GOx), что нанесение на поверхность структуры Si/SiO<sub>2</sub>/ПЭИ последующего слоя анионного полиэлектrolита стимулирует дальнейшее перераспределение заряда на границах раздела и в приповерхностных областях структуры, а влияние освещения способно изменить либо интенсифицировать этот процесс: число адсорбированных на  $n\text{-Si}$  молекул GOx увеличилось почти в 7 раз по сравнению с темновой адсорбцией и уменьшило число GOx на  $p\text{-Si}$  более чем в 3 раза. Показано, что изменения поверхностной плотности GOx, вызванные фотостимуляцией Si, приводят к соответствующему изменению чувствительности сенсорной структуры к глюкозе.

Важно отметить, что исследования, проводимые в диссертационной работе, были поддержаны зарубежными и российскими грантами и программами, что также указывает на актуальность темы работы.

Результаты работы хорошо апробированы на профильных российских и международных научных конференциях, имеется достаточное количество публикаций в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Получено 2 патента РФ на изобретение.

Диссертация А.В. Козловского является законченным научно-квалификационным исследованием, решающим актуальные задачи твердотельной электроники.

В автореферате имеются некоторые стилистические неточности и незначительная часть некорректных формулировок. Однако отмеченные замечания относятся к редакционно-оформительским и не имеют принципиального значения, не снижают научных достоинств работы, не влияют на выводы и не меняют существа положений, вынесенных автором на защиту.

По глубине содержания материала, актуальности, научно-методическому уровню, новизне результатов и практической значимости диссертация удовлетворяет всем требованиям, изложенным в пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении учёных степеней». Считаю, что её автор, Александр Валерьевич Козловский, заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Отзыв составил:

доктор физико-математических наук,  
ведущий научный сотрудник центра фотоники  
и квантовых материалов,  
«Сколковский институт  
науки и технологий», д.ф.-м.н.



Ященко Алексей Михайлович

13 ноября 2019 г.

Диссертации на соискание:

кандидата физико-математических наук защищена по специальности 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах»;

доктора физико-математических наук защищена по специальности 03.01.02 – «Биофизика»

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

Территория Инновационного Центра «Сколково», 121205, г. Москва, Большой бульвар д.30, стр.1

Телефон: +79878053813

E-mail: A.Yashchenok@skoltech.ru

*Подпись Ященко А.М. негласно*

