

О Т З Ы В

официального оппонента на диссертационную работу Александра Евгеньевича Мамасахлисова по теме «ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ НАНОЧАСТИЦ МЕТАЛЛОВ И ПОЛУПРОВОДНИКОВ С БИОЛОГИЧЕСКИМИ МАКРОМОЛЕКУЛАМИ В РАСТВОРЕ», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – «Физика полупроводников»

Взаимодействие металлических и полупроводниковых наночастиц и в том числе квантовых точек с биологическими молекулами играет важную роль в создании различных биологических датчиков и представляет собой одну из недостаточно изученных проблем физики полупроводников. Несмотря на то, что ДНК-сенсоры уже нашли широкое применение в реальной жизни, они имеют перспективу повышения их функциональности и эффективности. Одним из возможных направлений является повышение избирательности и чувствительности сенсора. Для достижения этих целей нужно исследовать множество факторов влияющих на такие физические характеристики, как проводимость чувствительного слоя ДНК-сенсора, стабильность ДНК-гибридов, характерные времена их образования и т.д. Особый интерес в данном контексте представляет влияние различных низкомолекулярных соединений (лигандов) на структурные и электронные свойства ДНК и РНК. С учетом приведенных выше факторов, актуальность данной работы определяется исследованием эффекта низкомолекулярных соединений на проводимость чувствительного слоя биосенсора на границе раздела электролит-подложка при наличии в исследуемом образце ДНК-мишеней, комплементарных молекулам ДНК-зондов.

В диссертационной работе поставлены следующие цели исследований: построение теоретической модели, описывающей проводимость чувствительного слоя, образуемого комплексами ДНК-квантовая точка на поверхности ДНК-сенсора в присутствии низкомолекулярных соединений в условиях возникновения фототока; расчет кинетики гибридизации ДНК-зондов, иммобилизованных на границе раздела электролит – твердое тело с ДНК – мишенями с учетом эффекта низкомолекулярных соединений; оценка факторов стабильности ДНК-дуплексов и кооперативности их образования в присутствии низкомолекулярных соединений, образующих комплексы с нативной формой ДНК, а также оценка влияния интеркалирующих лигандов на функциональные свойства ДНК-сенсора при образовании комплексов ДНК – квантовая точка.

Диссертация состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы, насчитывающего 120 наименований. Диссертация изложена на 105 страницах и включает 29 рисунков.

Во **Введении** сформулирована цель работы, показаны научная новизна и практическая значимость результатов, перечисляются основные положения представленные к защите. **Первая глава** посвящена обзору исследований свойств наночастиц с ДНК, стабильности двунитевой ДНК, взаимодействию ДНК с низкомолекулярными соединениями. **Вторая глава** посвящена изучению проводимости монослоя комплексов дуплексной ДНК с квантовыми точками, а также изотермам гибридизации ДНК на поверхности в присутствии интеркалирующих лигандов, которые

связываются с участками дцДНК. **Третья глава** диссертационной работы посвящена исследованию флуктуаций при переходе порядок – беспорядок в комплексах ДНК – лиганд, использующих различные механизмы связывания и исследованию теории плавления комплексов ДНК – лиганд. **Четвертая глава** посвящена исследованию кинетики гибридизации фрагментов ДНК в присутствии лигандов-интеркаляторов, зависимости кинетики гибридизации и адсорбции от констант равновесия и эффекту характерных времен релаксации. Работа завершается **Выводами**.

Что касается научной новизны исследований, то она заключается в построении модели, описывающей электрические, структурные и кинетические свойства комплексов ДНК с квантовыми точками и лигандами – интеркаляторами в растворе и на поверхности ДНК-сенсора. В частности, для различных концентраций низкомолекулярных соединений получены кинетические кривые гибридизации ДНК и адсорбции лигандов на ДНК-дуплексы для различных концентраций мишеней в растворе. Также показано, что лиганды-интеркаляторы повышают проводимость монослоя комплексов ДНК с квантовыми точками на поверхности ДНК-сенсора в условиях возникновения фототока.

Отмечу важные с моей точки зрения полученные результаты: показано, что образование комплексов между квантовыми точками и ДНК-дуплексами на поверхности ДНК-сенсора в процессе гибридизации создает эффективный механизм регистрации ДНК-мишеней в растворе и регулируется низкомолекулярными веществами, растворенными в исследуемом образце; стабильность и флуктуационные свойства ДНК-дуплексов существенным образом зависят от концентрации низкомолекулярных веществ в растворе и механизмов их связывания с ДНК; показано, что кинетика гибридизации ДНК на поверхности ДНК-сенсора определяется соотношением между константами скорости диссоциации ДНК-дуплекса и десорбции низкомолекулярного соединения с ДНК-дуплекса; проводимость монослоя, образованного комплексами ДНК – квантовая точка существенным образом зависит от заряда лигандов-интеркаляторов, связывающихся с нативной формой ДНК, причем, проводимость монослоя при наличии заряженных лигандов существенно выше, чем в присутствии электронейтральных.

Из сказанного выше следует, что тема диссертационной работы Александра Мамасашлисова весьма актуальна, находится на переднем плане научных исследований и имеет как большое научное, так и прикладное значение.

Однако, с моей точки зрения диссертационная работа не лишена также некоторых недостатков. В частности:

1. Интересно было бы знать, как зависят полученные результаты от размеров квантовых точек, так как в любых реальных массивах квантовых точек (как коллоидальных, так и гетероэпитаксиальных) имеется определенное распределение числа КТ-ек от их геометрических размеров.
2. В работе рассмотрены КТ только CdS. Можно было бы рассмотреть также и другие КТ, сделать сравнительный анализ.
3. Желательно было бы дать сравнение полученных теоретических результатов с экспериментом.
4. В заглавии диссертации отмечаются также металлические КТ, но нет никакой информации о них.
5. В списке публикаций автора, в 5-ом пункте, отмечено только название журнала и DOI статьи.

6. Качество многих рисунков, представленных как в диссертации, так и в автореферате желательно было бы быть лучше. Есть много редакторских неточностей.

Однако, сделанные выше замечания не усугубляют общую значимость проведенных исследований и полученных научных результатов. Полученные результаты достоверны, содержание автореферата полностью соответствует научной информации, представленной в диссертации. По теме диссертации опубликованы 5 научных работ.

Считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям Высшего аттестационного комитета Республики Армения, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор – Александр Евгеньевич Мамасахлисов заслуживает присвоения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 – «Физика полупроводников».

Официальный оппонент

Карен М. Гамбарян

доктор физ.-мат. наук, профессор

Эл. почта: kgambaryan@ysu.am

Tel.: 091-588597

14 августа, 2020 г.

Подпись Карена Гамбаряна подтверждаю.

Проректор Ереванского госуниверситета

Р. Бархударян

