

## ОТЗЫВ

научного руководителя о кандидатской диссертации  
Большина Даниила Сергеевича «Электрокинетические явления в потоке электролита на поверхности гидрогеля как основа источника электроэнергии для имплантируемых устройств» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния

В современных имплантируемых медицинских устройствах, таких как кардиостимуляторы, нейростимуляторы, гастростимуляторы и др., источниками электроэнергии служат литий-йодные батареи. Замена батареи в таких устройствах может потребовать проведение инвазивной операции, что сказывается на качестве жизни пациента и создает риск нанесения непоправимого вреда здоровью пациента. Постоянный источник электроэнергии решает эту проблему, однако среди всех разрабатываемых на данный момент технологий нет достаточно универсальной. Более того, не все из этих технологий полностью безопасны из-за собственных фундаментальных принципов работы.

В своей работе Большин Д.С. предлагает решение данной проблемы, что и определяет актуальность диссертации и ее общую практическую ценность. Решение сформулировано в виде электрокинетического генератора на потоке физиологических жидкостей. Использование проводящих гидрогелей одновременно в качестве рабочего тела и электродов позволяет, с одной стороны, наблюдать нетипичный, по сравнению с известными из научной литературы примерами, электрокинетический эффект, а с другой стороны сделать конструкцию генератора наиболее совместимой с организмом человека.

Помимо предложенной и реализованной в прототипе концепции электрокинетического генератора, к научной новизне работы относятся в первую очередь нетипичный электрокинетический эффект в потоке физиологического раствора по поверхности электропроводящего гидрогеля, а также сами эти гидрогели и их электрофизические свойства. В работе показан и обоснован механизм формирования градиента носителей заряда в набухшем гидрогеле под действием электрического поля. Также к новизне диссертационной работы можно отнести алгоритмы моделирования и обработки экспериментальных данных, разработанные Большиным Д.С. в ходе исследования.

Диссертация Большина Д.С. обладает научной новизной, результаты исследования обладают теоретической и практической значимостью. Достоверность результатов обеспечивается современными методами исследования и согласованностью результатов. По результатам диссертационной работы опубликованы 5 статей в рецензируемых научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus, RSCI и

списке ВАК, проведено 3 очных выступления с докладами и оформлены 2 патента на программы ЭВМ.

В ходе работы Большин Д.С. проявил себя вполне сложившимся исследователем, способным к самостоятельно определять научную задачу и формировать план ее решения. Помимо способности применять на практике фундаментальные физические знания, диссертант продемонстрировал в работе хорошие навыки экспериментатора, инженерно-технические навыки и навыки программной разработки.

Работа, выполненная Большиным Д.С., является мультидисциплинарной. Помимо лежащей в основе физики конденсированного состояния, диссертационная работа включает в себя элементы органической химии, электрохимии и медицинских технологий. Более того, за время работы Большиным Д.С. был проведен значительный объем дополнительных исследований, которые не были включены в финальную версию диссертации.

Диссертационная работа представляет собой законченное научное исследование, прозрачное по своим структуре и содержанию. Представленная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатской диссертации, поэтому я рекомендую диссертацию Большина Д.С. к защите в диссертационном совете МГУ.013.3. по специальности 1.3.8 – физика конденсированного состояния.

**Кашкаров Павел Константинович,**  
Доктор физико-математических наук,  
профессор, заведующий кафедрой  
общей физики и молекулярной электроники  
физического факультета

МГУ имени М.В.  
(119991, Москва,  
телефон: 8 (499) 1  
e-mail: kashkarov\_

, стр. 2

20.06.2023