

## **ОТЗЫВ**

**на диссертационную работу Даирбековой Гулданы Сиюндыковны  
«Разработка и исследование технологических основ получения  
анодов на основе кремния для практического применения в области  
электроники с целью снижения экологической нагрузки на  
окружающую среду», представленной на соискание  
степени доктора философии (PhD) по специальности  
6D074000 – «Наноматериалы и нанотехнологии»**

Современные электронные устройства используют в качестве накопителя энергии - литий-ионные аккумуляторы (ЛИА). Отрицательные электроды ЛИА изготавливают из графита. Но такие аноды ограничены в своей теоретической емкости. Поэтому ведутся поиски надежных альтернативных материалов.

Наиболее перспективным материалом в этой области является кремний. Теоретическая электроемкость пористого кремния достигает 4140 мАч/г, в то время как емкость используемого графита меньше более чем в 10 раз (372 мАч/г).

Диссертационная работа докторанта Даирбековой Гулданы Сиюндыковны выполнена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертационным работам на соискание степени доктора философии (PhD). Диссертационная работа состоит из пяти глав, в каждой главе приведены краткие выводы. Докторантом проведен литературный поиск и критический анализ по теме исследования.

Диссертационная работа представляет большую теоретическую и практическую значимость: результаты работы, а именно технология изготовления блока литий-ионных аккумуляторов принята к внедрению в ТОО «Zhersu Power», деятельность которого направлена на производство аккумуляторов.

В результате проведенного комплексного исследования физико-химических особенностей взаимодействия лития с монокристаллическим и тонкоплёночным кремнием, а также кремнийсодержащим нанопорошком, можно утверждать, что отрицательные электроды на основе кремния могут быть использованы при создании гибких тонкоплёночных литий-ионных аккумуляторов.



Диссертационная работа докторанта Даирбековой Гулданы коррелирует с Государственной программой индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020 – 2025 годы.

В диссертационной работе полностью отражен цикл производства литий-ионных аккумуляторов от процесса получения сырья до производства готового тонкопленочного аккумулятора и обоснована замена графита на кремний.

Диссертационная работа носит междисциплинарный характер и имеет большую значимость не только в области производства литий-ионных аккумуляторов, но и в производстве кремния, очистке металлургического кремния для применения его в энергетике (производство солнечных панелей), и экологии. Использование отходов - аспирационного материала - в качестве анодного материала будет также способствовать снижению экологической нагрузки на окружающую среду.

Основные положения и научные результаты диссертационной работы обсуждались на международной научно-практической конференции и опубликованы в изданиях, рецензируемых в международной реферативной базе данных Scopus и Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Диссертационная работа докторанта Даирбековой Гулданы Сиундыковны на тему «Разработка и исследование технологических основ получения анодов на основе кремния для практического применения в области электроники с целью снижения экологической нагрузки на окружающую среду», является законченным научным трудом, соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание степени доктора философии (PhD), имеет большую научную и практическую значимость, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени доктора философии (PhD) по специальности 6D074000 – «Нanomатериалы и нанотехнологии».

**К.ф.-м.н.,**

**ассоциированный профессор**

**НАО КазНТУ имени К.Сатпаева**



**Байтимбетова Б.А.**

<b>ДҰРЫС</b> HR қызметінің бас менеджері
МАМАНЫ
Күні « _____ » _____ 20__ ж.