



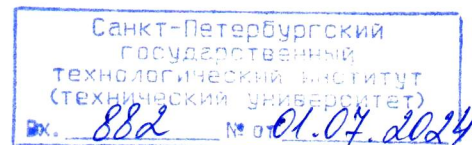
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный
электротехнический университет «ЛЭТИ» им.
В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

ул. Профессора Попова, д.5 литера Ф,
Санкт-Петербург, 197022
Телефон: (812) 234-46-51; факс: (812) 346-27-58;
e-mail: info@etu.ru; <https://etu.ru>
ОКПО 02068539; ОГРН 1027806875381
ИНН/КПП 7813045402/781301001

18.06.2024 № 100206/1055
На № _____ от _____

Отзыв ведущей организации



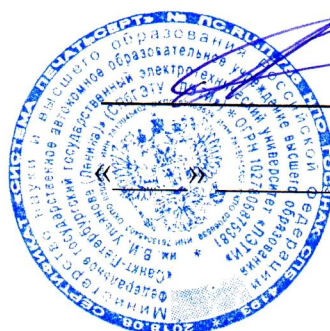
УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и
инновационной деятельности,
ФГАОУ ВО «Санкт-
Петербургский
государственный
электротехнический
университет «ЛЭТИ»
им. В.И. Ульянова (Ленина)»

Д.Т.Н., доцент

Семенов А.А.

2024 г.



ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» (СПбГЭТУ «ЛЭТИ») на диссертационную работу Максимова Максима Юрьевича «Управление составом и свойствами никельсодержащих оксидных систем для твердотельных тонкопленочных аккумуляторов с использованием метода молекулярного наслаивания», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по научной специальности 1.4.15. Химия твердого тела

Диссертационная работа Максимова М.Ю. посвящена разработке подходов к получению компонентов тонкопленочных твердотельных литий-ионных аккумуляторов с использованием метода молекулярного наслаивания. Тематика работы является **актуальной** в связи расширением видов носимых устройств и высокой научно-практической активностью в рамках создания вживляемых микроустройств, для которых требуется создание перезаряжаемых энергоемких источников питания. Выбор никельсодержащих оксидных систем является **актуальной** мировой тенденцией для литий-ионных аккумуляторов, так как обеспечивает улучшение емкостных характеристик источников тока.

Научная новизна диссертационного исследования представлена в виде взаимосвязи между технологическими параметрами синтеза и полученными составами никельсодержащих оксидных слоев, а также изучением конечных функциональных свойств тонкопленочных материалов как анодных, так и катодных.

Как наиболее значимую научную составляющую работы, стоит выделить получение никелатов лития в тонкопленочном исполнении с использованием молекулярного наслаивания и исследование электрохимических характеристик при допировании и модификации поверхности слоями твердого электролита.

Теоретическая значимость заключается в расширении знаний по созданию новых материалов, выявлении и обобщении особенностей и закономерностей получения многокомпонентных никельсодержащих оксидных систем металлов с использованием метода молекулярного наслаивания при применении суперциклов и мультислойном подходе с последующей термической обработкой.

Практическая значимость работы. Результаты исследований вносят вклад в область прикладного применения молекулярного наслаивания как метода по получению различных наноструктурированных тонкопленочных многокомпонентных никельсодержащих оксидных систем. Применение предложенных подходов в сочетании с технологиями получения микроэлектронных материалов и устройств может обеспечить создание автономных чипов со встроенным твердотельным источником питания, что может вызвать заинтересованность предприятий микроэлектронной промышленности.

Разработанный способ по модификации поверхности катодных материалов литий-ионных аккумуляторов имеет большие перспективы практического применения на предприятиях по изготовлению аккумуляторов.

Оценка содержания диссертации и степени ее завершенности.

Диссертационная работа является комплексным завершенным исследованием, изложена на 275 страницах печатного текста, содержит 97 рисунков, 45 таблиц, состоит из введения, пяти глав, заключения и списка литературы (379 источников).

Содержание **автореферата** в полной мере отражает содержание диссертации. Диссертация Максимова М.Ю. соответствует паспорту специальности 1.4.15. Химия твердого тела – по формуле специальности и следующим пунктам области исследования: 7. Установление закономерностей «состав – структура – свойство» для твердофазных соединений и материалов; 8. Изучение влияния условий синтеза, химического и фазового состава, а также температуры, давления, облучения и других внешних воздействий на химические и химико-физические микро- и макроскопические свойства твердофазных соединений и материалов; 10. Структура и свойства поверхности и границ раздела фаз.

Достоверность представленных результатов определяется использованием комплекса современных методов анализа состава, структуры и электрохимических характеристик разрабатываемых материалов, воспроизводимостью результатов, согласованностью выводов с опубликованными в научной литературе данными, наличием патентов РФ, а также апробацией основных результатов на научно-технических конференциях, симпозиумах и семинарах различного уровня.

Результаты работы могут быть рекомендованы для использования в производственных компаниях, научных организациях и лабораториях: АО «НИИМЭ», АО «РЕНЭРА», АО «ГК ИнЭнерджи», ООО «Институт Гипроникель», ГК «Росатом», Московский физико-технический институт, Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники», Институт химии твердого тела УрО РАН, Институт неорганической химии им. А.В. Николаева СО РАН, Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН.

При рассмотрении диссертации отмечены следующие **вопросы и замечания**:

1. В работе встречаются недостаточно обоснованные заключения о фазовом составе полученных образцов на основе методик исследования параметров кристаллической структуры.

2. К сожалению, в работе с большим практическим потенциалом и полученными патентами на способы получения компонентов тонкопленочных аккумуляторов отсутствуют акты внедрения и не реализованы образцы аккумуляторов с применением разработанных технологий.

3. В работе выявлены физико-химические особенности при формировании катодных материалов на кремниевой и стальной подложках. Какие особенности следует учитывать при использовании гибких, органических подложек?

Указанные замечания не являются принципиальными, не снижают общего положительного впечатления о выполненной диссертационной работе и не затрагивают сущности выносимых на защиту положений.

Заключение

На основании рассмотрения диссертации, автореферата и выступления соискателя на заседании кафедры микро- и нанoeлектроники, ведущая организация считает, что диссертация Максимова Максима Юрьевича представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную автором самостоятельно на высоком экспериментальном уровне. На основании выполненных автором исследований разработаны подходы к получению тонкопленочных никельсодержащих оксидных систем и показаны функциональные характеристики разработанных материалов применительно к литий-ионным электрохимическим системам, которые можно квалифицировать как научное достижение, внедрение которого вносит значительный вклад в развитие отдельных отраслей промышленности.

По актуальности, научной новизне, практической значимости и уровню проведенных исследований работа соответствует критериям, установленным пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842 (с изменениями), а ее автор, Максимов Максим Юрьевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 1.4.15. Химия твердого тела.

Доклад Максимова М.Ю. заслушан и обсужден на научно-техническом семинаре и одобрен на заседании кафедры Микро- и нанoeлектроники федерального

государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)». Присутствовало на заседании 42 чел. из 47 чел. Результаты голосования: «за» - 42 чел., «против» - 0 чел., «воздержались» - 0 чел., протокол № 5 от 28.05.2024 г.

И.о. заведующего кафедрой
Микро- и наноэлектроники
доктор физ.-мат. наук, доцент



Олег Сергеевич Комков

Почтовый адрес: 197022, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5, литера Ф
Телефон: +7 812 234-31-64,

Адрес электронной почты: oleg_sergeevich@mail.ru

Организация – место работы: федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», кафедра микро- и наноэлектроники
Должность: и.о. заведующего кафедрой

Секретарь
кафедры Микро- и наноэлектроники
кандидат физ.-мат. наук, доцент



Ольга Анатольевна Александрова

Почтовый адрес: 197022, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5, литера Ф
Телефон: +7 911 221-19-92,

Адрес электронной почты: oaaleksandrova@etu.ru

Организация – место работы: федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», кафедра микро- и наноэлектроники
Должность: доцент

Отзыв составил:
профессор кафедры Микро- и наноэлектроники,
доктор технических наук, доцент



Андрей Владимирович Корляков

Почтовый адрес: 197022, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, дом 5, литера Ф
Телефон: +7 921 303-09-02,

Адрес электронной почты: avkorliakov@etu.ru

Организация – место работы: федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)», кафедра микро- и наноэлектроники
Должность: профессор

Подписи О.С. Комкова, О.А. Александровой и А.В. Корлякова заверяю,
начальник отдела диссертационных советов,
Санкт-Петербургского государственного
электротехнического университета «ЛЭТИ»,
кандидат экономических наук



Т.Л. Русьева