



ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 4

Расширенного заседания кафедры
«Материаловедение, нанотехнология и инженерная физика»
Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова

г. Алматы

«16» июня 2025 г.

Председатель: Какимов У.К. – к.т.н., ассоц. профессор, зав. кафедрой МНИИФ.

Секретарь: Кемелбекова А.Е. – доктор PhD, старший преподаватель кафедры МНИИФ.

Присутствовали (в соответствии с Положением о Диссертационном совете, не менее 2/3 членов кафедры): всего 13 членов кафедры, из них присутствовали 9 членов кафедры. Какимов У.К. – к.т.н., зав.кафедрой; Кудайбергенов К.К. – доктор PhD, ассоц. профессор; Смагулов Д.У. – д.т.н., профессор; Бейсебаева А.С. – к.ф.-м.н., ассоц. профессор; Сейтхан Азат - ассоц. профессор, Кемелбекова А.Е. – доктор PhD, старший преподаватель, Кошимбаев Б.Ш. – старший преподаватель, Ыбырайымқұл Д.Т. – преподаватель; Етиш Т.Е. – преподаватель.

Со стороны: Астемесова К.С. – доктор PhD, зав. кафедрой Общей физики, Асқарұлы Қыдыр – доктор PhD, ассоц. профессора кафедры Общей физики (Сатпаев университет), Таурбеков А.Т. – доктор PhD, Институт проблем горения, Әбсаттар Ә.Ә. – научный сотрудник, Институт проблем горения, Байменов А. Ж. – старший научный сотрудник, Лаборатория инженерного профиля.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Обсуждение диссертационной работы PhD докторанта кафедры «Материаловедение, нанотехнология и инженерная физика» Елеуова Мухтара Ауезовича на тему «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии», выполненной в форме серии статей, представленной на соискание

степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072300 - «Техническая физика».

Научные консультанты:

- Абдуллин Хабибулла Абдуллаевич, д.ф-м.н, профессор, кафедра физики твердого тела и нелинейной физики, КазНУ им.аль-Фараби (Алматы, Казахстан);

- Раби Ибрахим, PhD, Физический факультет, Университет Хьюстона, (Хьюстон, США).

Рецензенты:

- Кудайбергенов К.К. - доктор философии (PhD), ассоциированный профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика», Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова, КазННТУ имени К.И. Сатпаева.

- Бейсебаева А.С. - кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика», Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова, КазННТУ имени К.И. Сатпаева.

СЛУШАЛИ:

Председатель Какимов У.К.: Елеуова Мухтара Ауезовича обучался в докторантуре по специальности 6D072300 - «Техническая физика» в НАО КазННТУ им. К.И.Сатпаева в 2017-2020 гг.

В настоящее время он завершил диссертационную работу на тему: «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии», выполненной в форме серии статей, которая была утверждена на Ученом совете КазННТУ имени К.И.Сатпаева от 24 ноября 2020 г. (приказ № 2127-Д). Для проведения экспертизы по диссертации Елеуова Мухтара были назначены рецензенты: Кудайбергенов К.К. - доктор философии (PhD), ассоциированный профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика», Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова, КазННТУ имени К.И. Сатпаева; Бейсебаева А.С - кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика», Горно-металлургический институт имени О.А. Байконурова, КазННТУ имени К.И. Сатпаева, компетентные в соответствующей отрасли, которые подготовили рецензии к рассматриваемой работе.

К защите представлена диссертационная работа докторанта специальности 6D072300 - «Техническая физика» Елеуова Мухтара Ауезовича на тему: «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии», выполненной в форме серии статей.

Научные стажировки: Елеуов М.А. в 2019 г. прошел научную стажировку в Хьюстонском Университете (г. Хьюстон, США).

Если нет вопросов по повестке дня, слово предоставляется докторанту Елеуова Мухтара Ауезовича для доклада. Регламент 20 минут на презентацию доклада.

Елеуов М. А.: Уважаемый председатель и уважаемые присутствующие! Разрешите представить вашему вниманию основные результаты диссертационной работы на тему: «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии», выполненной в форме серии статей. В докладе отражены актуальность, цель, задачи работы, содержание, основные положения, выносимые на защиту, научные результаты и выводы диссертации.

Слушали: Елеуова М.А., который в своем докладе изложил суть диссертационной работы. Доклад был представлен в форме презентации. В ходе доклада были освещены следующие вопросы:

1. Актуальность исследуемой проблемы,
2. Цель и задачи диссертации,
3. Научная новизна,
4. Основные положения, выносимые на защиту,
5. Практическая значимость диссертации,
6. Методы исследования,
7. Результаты исследования,
8. Заключение и выводы.

ОБСУЖДЕНИЕ

Председатель Какимов У.К.: Уважаемые коллеги, теперь переходим к другой стадии, это обсуждение диссертации. Пожалуйста, уважаемые коллеги у кого есть какие вопросы по данной работе?

Бейсебаева А.С., ассоциированный профессор: Какие исходные биоматериалы были использованы в ходе исследования? Насколько я понимаю, в качестве примеров рассматривались скорлупа грецкого ореха и кокосовая скорлупа, верно? При необходимости можно использовать и другие типы биомассы?

Соискатель: Спасибо за вопрос. Да, Вы правы. Эти материалы были использованы в качестве примеров. Однако методика универсальна, и в принципе может быть применена к различным видам лигноцеллюлозного сырья. Совершенно, верно. Метод допускает гибкость в выборе исходного материала.

Председатель Какимов У.К.: Скажите, применялась ли в работе рисовая шелуха?

Соискатель: Спасибо за вопрос. Да, рисовая шелуха также использовалась в рамках исследования. Это довольно интересный материал, обладающий высокой удельной поверхностью по сравнению, например, со скорлупой грецкого ореха. Однако у последней выше удельная ёмкость.

Председатель Какимов У.К.: В чём заключаются отличия пористой структуры рисовой шелухи по сравнению с менее пористыми материалами?

Соискатель: Благодарю Вас за вопрос. Природная структура рисовой шелухи отличается высоким содержанием кремния, что обуславливает формирование развитой пористости при щелочной активации, особенно с применением гидроксида калия. Кремний остаётся в виде пустот после выжигания органической части, что способствует образованию микропор.

Однако в естественном виде структура рисовой шелухи более плотная. После этапа декарбонизации наблюдается снижение пористости.

Для сравнения: у скорлупы грецкого ореха микропористость присутствует изначально, что делает её подходящим материалом для физической активации (например, с использованием CO_2 или H_2O) без применения химических реагентов.

При этом высокая зольность рисовой шелухи, связанная с содержанием кремнезёма (до 20%), затрудняет физическую активацию, поскольку зольные компоненты не удаляются газофазными агентами. Это ограничивает её применение в некоторых подходах.

Председатель Какимов У.К.: У меня возник вопрос относительно углеродных материалов, которые вы использовали. Вы упомянули наличие графеновых слоёв. Можете пояснить, каким образом они представлены в вашей структуре?

Соискатель: Да, конечно. В исследовании были получены графеноподобные структуры, но важно отметить, что они не являются идеальными, как, например, графен, синтезированный методом CVD. Поскольку мы используем биогенные источники, структура содержит дефекты, что подтверждается наличием D-пика в спектрах Рамана, отражающего дефекты sp^2 -связей.

Кудайбергенов К.К. доктор философии (PhD), ассоциированный профессор: Расскажите, пожалуйста, о результатах рентгеноструктурного анализа. Какие фазы были зафиксированы?

Соискатель: Благодарю Вас за вопрос. Согласно полученным данным, диоксид марганца на поверхности углеродного носителя преимущественно находится в аморфной форме. Это объясняется тем, что в дифрактограммах доминируют пики металлической подложки (никеля), в то время как MnO_2 даёт слабую аморфную составляющую. Однако для наших целей — это приемлемо. При необходимости можно добиться кристаллизации MnO_2 путём отжига при температуре около 200 °C.

Кудайбергенов К.К. доктор философии (PhD), ассоциированный профессор: Поясните, почему вы использовали горизонтальную шаровую мельницу, а не высокоэнергетическую?

Соискатель: Спасибо за вопрос. Мы остановились на горизонтальной конфигурации, так как она легко масштабируется для промышленного применения. Высокоэнергетические мельницы, как правило, подходят только для лабораторного уровня. Кроме того, мы избегали чрезмерной механической энергии, чтобы не инициировать нежелательные химические реакции или разрушения структуры.

Кудайбергенов К.К. доктор философии (PhD), ассоциированный профессор: Вы упомянули использование гидроксида никеля. Как вы удостоверились, что именно он образуется?

Соискатель: Спасибо за вопрос. В ходе экспериментов использовался 0.1 М раствор нитрата никеля, в который добавлялся NaOH. Согласно уравнению реакции, при таких условиях должен образовываться гидроксид никеля. Однако мы признаём, что для точного подтверждения необходимо провести фазовый анализ методами XRD и XPS, чего пока сделано не было. Спасибо за рекомендацию — она актуальна для дальнейших исследований.

Кудайбергенов К.К. доктор философии (PhD), ассоциированный профессор: учитывались ли особенности адгезии никельсодержащих частиц к углеродной подложке?

Соискатель: Спасибо за вопрос. Полностью утверждать не можем, но предполагаем, что осаждение происходит за счёт взаимодействия с функциональными группами на поверхности активированного углерода. Кроме того, после изготовления электрода применялось связующее, которое обеспечивает удержание материала, что подтвердилось тестами на стабильность.

Кудайбергенов К.К. доктор философии (PhD), ассоциированный профессор: Хотел бы задать ещё один важный вопрос. Вы говорите, что многие работы сейчас посвящены синтезу углеродных материалов из рисовой шелухи и другого сырья. В чём конкретное отличие вашей работы?

Соискатель: Отличие заключается, прежде всего, в полученной ёмкости, которая значительно выше аналогов. Кроме того, мы разработали собственную установку, на базе которой эти материалы производятся. Ряд лабораторий использует нашу систему, возможно, в других целях, однако сам принцип и инженерное исполнение установки являются нашей разработкой.

Кудайбергенов К.К. доктор философии (PhD), ассоциированный профессор: То есть научная новизна заключается в конструктивных особенностях установки?

Соискатель: Совершенно верно. Установка принципиально отличается от существующих аналогов. Мы начали с разработки под топливные элементы, затем адаптировали систему для накопителей энергии. Один из патентов уже зарегистрирован в США, сейчас подана заявка на новый — уже по направлению суперконденсаторов.

Председатель Какимов У.К.: Слово предоставляется отечественному научному консультанту к.ф.-м.н, профессору Абдуллину Хабибулле Абдуллаевичу, (положительный отзыв прилагается).

Д.ф.-м.н., профессор Абдуллин Х. А.:

Диссертационная работа посвящена синтезу и исследованию пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии. Актуальность темы обусловлена необходимостью создания высокоэффективных и экологически безопасных электродных материалов, что соответствует задачам «зелёной» энергетики.

Работа выполнена на базе Института проблем горения, кафедры материаловедения КазННТУ им. К.И. Сатпаева и в рамках стажировки в Хьюстонском университете (США). Соискатель М.А. Елеуов освоил современные методы анализа и проявил высокий уровень самостоятельности.

В ходе исследования получен графеноподобный пористый углерод с удельной поверхностью до 3292 м²/г. Электрохимические испытания показали ёмкость до 263 Ф/г и стабильность $\geq 99\%$ после 5000 циклов. Модификация материала гидроксидом никеля увеличила ёмкость до 300 Ф/г. Создание 3D-никелевых токосъёмников с CVD-графеном и электроосаждённым MnO₂ обеспечило ёмкость до 297 Ф/г при высокой стабильности.

Практическая значимость подтверждена разработкой технологий термохимической активации биомассы и CVD-осаждения, пригодных для масштабирования. Соискатель освоил широкий спектр методов анализа, включая SEM, TEM, BET, XRD, Раман-спектроскопию и электрохимические методы.

Результаты отражены в 11 публикациях, включая 1 статью КОКСНВО, 6 международных статей, 3 патента и 1 статья на международной научно-практической конференции.

Работа полностью соответствует требованиям к PhD-диссертации по специальности 6D072300 – «Техническая физика» и заслуживает присуждения учёной степени.

Положительный отзыв зарубежного консультанта PhD, Раби Ибрахим прилагается.

Председатель Какимов У.К.: Давайте теперь заслушаем рецензентов. Слово предоставляется рецензенту доктору PhD, ассоциированному профессору Кудайбергенову К.К..

Кудайбергенов К.К., доктор PhD, ассоциированный профессор:

Здравствуйте, уважаемые члены кафедры. Ознакомившись с диссертационной работой Елеуова Мухтара Ауезовича, пришел к следующему заключению:

Тема диссертации актуальна в контексте перехода к возобновляемым источникам энергии и растущей потребности в эффективных накопителях. Особое внимание уделяется разработке гибридных электродов на основе графена и оксидов металлов, полученных из биоотходов, что обеспечивает высокую емкость, стабильность и экологическую безопасность суперконденсаторов нового поколения.

В диссертации содержатся достоверные результаты, являющиеся итогом достижения цели и решением поставленных задач:

1. Разработан способ получения графеноподобного углерода из биомассы;
2. Подтверждена его эффективность в суперконденсаторах;
3. Реализована модификация GLC гидроксидом никеля;
4. Разработаны гибридные электроды с высокой удельной емкостью и стабильностью.

Практическая значимость исследования изложена достаточно убедительно и подчёркивает потенциал разработанных материалов и технологий. Вместе с тем, для повышения прикладной ценности аннотации было бы целесообразно уточнить, на каком уровне находится реализация представленных решений — ограничивается ли она лабораторными испытаниями, достигнут ли этап опытно-промышленной апробации, или имеются предпосылки для масштабирования и внедрения в промышленное производство в ближайшей перспективе. Кроме того, диссертационная работа убедительно отражает достигнутые результаты, однако для усиления научной и прикладной ценности аннотации желательно кратко обозначить, каким образом полученные данные могут способствовать дальнейшему развитию в данной области. В частности, это может включать перспективы по созданию новых типов электродных материалов с повышенной адаптивностью, устойчивостью или интеграцией в гибридные системы хранения энергии, что актуально для будущих поколений суперконденсаторов.

Однако указанные недостатки не имеют принципиального характера и не влияют на достоинства диссертационной работы. Данная диссертация является значимым вкладом в область материаловедения и экологической инженерии. Я считаю, что автор выполнил все необходимые требования для успешной защиты диссертации.

Рекомендую работу Елеуова Мухтара Ауезовича на тему «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии» к защите на соискание степени доктора философии (PhD).

Председатель Какимов У.К.: Хорошо. Хотел бы спросить, Мухтара Ауезовича, Вы согласны с отзывом рецензента?

Ответ: Благодарю Вас за внимательное ознакомление с моей диссертацией и столь высокую оценку проделанной научной работы. Для меня большая честь получить столь доброжелательные и профессиональные комментарии. Искренне признателен за внимание к научной новизне, прикладной значимости и четкой структуре исследования. Разработка эффективных и экологичных технологий хранения энергии является моей приоритетной целью, и я рад, что полученные результаты находят отклик у признанных экспертов. Ваше заключение служит для меня ценной мотивацией к дальнейшему углублению исследований в области суперконденсаторов и устойчивых энергетических решений.

Председатель Какимов У.К.: Далее слово предоставляется второму рецензенту, Бейсебаевой А.С. - кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор кафедры МНиИФ.

Бейсебаева А.С. - кандидат физико-математических наук, ассоциированный профессор кафедры МНиИФ:

Здравствуйте, уважаемые члены кафедры. Диссертационная работа Елеуова М. А. является высокоактуальной и отвечает современным вызовам в области устойчивой энергетики и переработки биоматериалов. Автору

удалось выбрать направление, сочетающее фундаментальную науку и прикладную значимость.

Работа отличается комплексным подходом, охватывая весь цикл — от синтеза материалов до оценки их электрохимических характеристик. Это придаёт исследованию завершённость и практическую направленность.

Научная новизна убедительно обоснована, все представленные разработки логично вписываются в современный контекст развития наноструктурированных электродных материалов.

Оформление объекта и предмета исследования выполнено корректно, однако в предмет исследования можно включить также вопросы синергии в многокомпонентных гибридных системах.

Заключение можно усилить, подчеркнув, как полученные материалы и методы могут быть основой для новых направлений исследований в области "зелёной" энергетики.

Однако указанные недостатки не имеют принципиального характера и не влияют на достоинства диссертационной работы.

Диссертация: «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии», Елеуова Мухтара Ауезовича рекомендуется на рассмотрение в диссертационный совет по специальности 6D072300 – «Техническая физика».

Председатель Какимов У.К.: Благодарю за рецензию. Вы согласны с замечаниями?

Ответ: Да, полностью согласен и Благодарю Рецензента за внимательное изучение моей диссертационной работы и высокую оценку её научной и практической значимости. Для меня большая честь получить столь тёплый и профессиональный отклик, подчёркивающий актуальность темы и комплексность подхода. Особую признательность выражаю за конструктивное замечание о целесообразности включения вопросов синергии в многокомпонентных гибридных системах в предмет исследования, а также за рекомендацию усилить заключение. Эти ценные замечания обязательно будут учтены в дальнейшем развитии темы и при доработке текста. Ваш отзыв служит важной мотивацией для продолжения научной деятельности в области устойчивой энергетики.

Председатель Какимов У.К.: У кого-нибудь еще есть вопросы? Вопросов нет. Работа объёмная, а выявленные замечания легко исправимы. Все участники расширенного научного семинара, выступившие в дискуссии, единогласно рекомендовали диссертационную работу Елеуова М. А. к защите в диссертационном совете по направлению «Физические и химические науки».

На этом обсуждение диссертации PhD-докторанта Елеуова М. А. можно считать завершённым.

Предлагаю принять следующее заключение по обсуждению диссертационной работы Елеуова М. А. на тему «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии», выполненной в форме серии статей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расширенного заседания научного семинара кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика» КазНИТУ имени К.И. Сатпаева от 16 июня 2025 года по рассмотрению диссертационной работы докторанта (PhD) Елеуова Мухтара Ауезовича на тему «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии», выполненной в форме серии статей, представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072300 – «Техническая физика».

Актуальность темы исследования

Глобальная индустрия накопителей энергии сталкивается с вызовами из-за растущего спроса на эффективные и экологически устойчивые материалы. Быстрое развитие возобновляемой энергетики, электротранспорта и портативной электроники требует новых технологий хранения энергии.

Суперконденсаторы привлекают внимание благодаря высокой мощностной плотности, быстрому заряду-разряду и длительному ресурсу. Однако они ограничены низкой энергетической плотностью и высокой себестоимостью, что связано с недостаточной проработкой синтеза эффективных электродных материалов.

Актуальность исследования определяется необходимостью создания устойчивых углеродных материалов с высокой удельной поверхностью из биоотходов. Перспективным направлением является разработка гибридных электродов на основе наноструктурированных оксидов переходных металлов, нанесённых на графеноподобные покрытия и интегрированных в трёхмерную никелевую матрицу.

Такая архитектура обеспечивает синергетический эффект: высокую проводимость, электрохимическую активность и механическую стабильность, что значительно повышает удельную ёмкость и стабильность суперконденсаторов, делая данное направление важным для развития электрохимической энергетики.

2. Основные научные результаты сводятся к следующему:

1. Разработан универсальный способ получения графеноподобного пористого углерода из биомассы (скорлупы грецкого ореха и рисовой шелухи) с использованием специально сконструированной установки с реакторами из нержавеющей стали (AISI 304L и AISI 316L), обеспечивающей высокую чистоту процесса и воспроизводимость результатов;

2. В ходе исследования была экспериментально подтверждена возможность использования GLC, полученного из биомассы, в качестве эффективного электродного материала для суперконденсаторов. Синтезированный GLC характеризуется высокой удельной поверхностью (2800–3292 м²/г), развитой микро- и мезопористой структурой и наличием графеноподобных структур, способствующих улучшению электрохимических свойств. Электрохимические испытания показали, что электроды на основе GLC демонстрируют удельную ёмкость 263 Ф/г и колумбийскую эффективность 99,4 % при плотности тока 1000 мА/г, сохраняя высокую

стабильность после 5000 циклов заряд-разряд, что подтверждает их эффективность в системах накопления энергии;

3. Предложен способ модификации GLC методом химического осаждения гидроксида никеля, что позволило существенно повысить удельную емкость и циклическую стабильность материала;

4. Разработана технология формирования трехмерных пористых никелевых токосъемников с иерархической открытой сквознопористой структурой путем нанесения никелевой суспензии с порообразующими добавками на металлическую подложку и последующей термообработкой;

5. Впервые реализована интеграция CVD-графенового покрытия на поверхность трехмерного пористого токосъемника, обеспечивающая равномерное распределение графенового слоя и улучшенные проводящие свойства;

6. Полученные гибридные электроды на основе наноструктурированного MnO_2 , сформированного посредством электролитического осаждения на CVD-графеновый слой трехмерного токосъемника, продемонстрировавшие высокую удельную емкость до 297 Ф/г при плотности тока 250 мА/г, и сохранение 98 % емкости после 5000 циклов заряд-разряд

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации

Полученные в ходе исследования результаты и выводы отражают содержание всех разделов в логичной последовательности и подтверждаются публикациями основных научных результатов в международных и отечественных научных журналах, а также объектами интеллектуальной собственности.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), выводов и заключения соискателя, сформулированных в диссертации

Научные положения диссертации соответствуют требованиям, предъявляемым к работам такого рода. Научная новизна заключается в следующем:

1. Графеноподобный пористый углерод электродного качества, полученный разработанными способом термохимической активации биоотходов (в частности, скорлупы грецкого ореха) при массовом соотношении КОН:углерод (4:1) и температуре активации 850 °С и устройством для его осуществления, обладает удельной поверхностью до 2800 м²/г, содержит 5-7 графеновых слоев и демонстрирует удельную емкость 263 Ф/г и кулоновскую эффективность 99,4 % при плотности тока 1000 мА/г.

2. Графеноподобный пористый углерод, полученный из рисовой шелухи методом пиролиза и щелочной термохимической активации при 850 °С (массовое соотношение КОН:углерод — 4:1) в атмосфере аргона, обладает удельной поверхностью 3292 м²/г и удельной емкостью 236 Ф/г; модификация 9 % $Ni(OH)_2$ повышает емкость до 300 Ф/г при плотности тока 50 мА/г.

3. Трехмерный пористый токосъемник, полученный методом напыления суспензии на основе никеля и порообразующих добавок на металлическую фольгу с последующей термообработкой при 800 °С в атмосфере Ar/H₂ (95:5), модифицированный CVD-графеновым покрытием и электроосажденным слоем наноструктурированного MnO₂, демонстрирует удельную емкость 297 Ф/г при плотности тока 250 мА/г и сохраняет 98 % емкости после 5000 циклов заряд-разряд.

5. Оценка внутреннего единства полученных результатов

Диссертационная работа представляет собой логически завершенный научный труд, обладающий внутренним единством. Четко сформулированные цель и задачи получили последовательное теоретическое и методологическое обоснование, отраженное в ключевых положениях, выносимых на защиту. Все результаты, выводы и заключение внутренне взаимосвязаны, каждый следующий вывод связан с предыдущим с соблюдением принципа от общего к частному.

6. Направленность полученных результатов на решение соответствующей актуальной проблемы, теоретической или прикладной задачи

Теоретическая значимость заключается в развитии научных подходов к синтезу и модификации пористого углерода и оксидов металлов для электродов суперконденсаторов. Практическая значимость — в разработке технологических решений: установки термоактивации биомассы, методов получения 3D-токосъемников и осаждения графена. Результаты могут быть внедрены в промышленность и использованы в образовательных программах по материаловедению и технической физике.

7. Подтверждение полноты опубликования основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации

Публикации

По материалам диссертационной работы опубликовано 11 печатных работ, из них 5 статья в международном рецензируемом научном журнале, входящем в БД Scopus и Web of Science:

1. Yeleuov, M., Daulbayev, C., Taurbekov, A., Abdisattar, A., Ebrahim, R., Kumekov, S., . & Batyrzhan, K. (2021). Synthesis of graphene-like porous carbon from biomass for electrochemical energy storage applications. *Diamond and Related Materials*, 119, 108560. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2021.108560>. (CiteScore: 6, Q2, Impact Factor: 4.3);

2. M. Yeleuov, C. Seidl, T. Temirgaliyeva, A. Taurbekov, N. Prikhodko, B. Lesbayev, F. Sultanov, C. Daulbayev, and S. Kumekov . Modified Activated Graphene-Based Carbon Electrodes from Rice Husk for Supercapacitor Applications // *Energies* 2020, 13, 4943, P. 1–10.; <https://doi.org/10.3390/en13184943>, (CiteScore: 3.86, Q3, Impact Factor: 3);

3. Abdisattar, A., Yeleuov, M., Daulbayev, C., Askaruly, K., Tolynbekov, A., Taurbekov, A., & Prikhodko, N. (2022). Recent advances and challenges of current collectors for supercapacitors. *Electrochemistry Communications*, 107373. <https://doi.org/10.1016/j.elecom.2022.107373> (Web of Science: IF 4.7, Q1, и Scopus: Cite Score – 8.5, 86-й перцентиль);

4. Prikhodko, N., **Yeleuov, M.**, Abdisattar, A., Askaruly, K., Taurbekov, A., Tolynbekov, A., ... & Daulbayev, C. (2023). Enhancing supercapacitor performance through graphene flame synthesis on nickel current collectors and active carbon material from plant biomass. *Journal of Energy Storage*, 73, 108853. <https://doi.org/10.1016/j.est.2023.108853> (Q1 Web of Science, Impact Factor (2023): 9.4);

5. Sultanov, F., Zhumasheva, N., Dangaliyeva, A., Zhaisanova, A., Baikalov, N., Tatykayev, B., **Yeleuov M.**, ... & Mentbayeva, A. (2024). Enhancing lithium-sulfur battery performance with biomass-derived graphene-like porous carbon and NiO nanoparticles composites. *Journal of Power Sources*, 593, 233959. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2023.233959> (Q1 Web of Science, Impact Factor (2023): 8.41).

3 статья в издании, рекомендованном Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки МОН РК:

1. **Елеуов, М.А.**, Сейтжанова, Д.И. Ченчик, А.Т. Таурбеков, Ж.К. Елемесова, Ж.А. Супиева, З.А. Мансуров. Получение многослойных графенов из рисовой шелухи и скорлупы грецкого ореха. М.А. // Горение и плазмохимия. – 2018. – Т. 16. – №. 1. – С. 8-14.

2. Атаманова Т.С., **Елеуов М.**, Таурбеков А., Атаманов М.К. Разработка гибких электродов без применения полимерных связующих на основе активированных углей и углеродных нанотрубок // Горение и плазмохимия. – 20. – (2022). – 239-246.

3. Приходько Н.Г., **Елеуов М.А.**, Аскарулы К., Толынбеков А.Б., Таурбеков А.Т., Әбдісаттар Ә.Ә., Атаманов М.К. Исследование исходной растительной биомассы для объемного получения графеноподобных структур // Горение и плазмохимия. – 20. – (2022). – 221-231.

3 объекта интеллектуальной собственности:

1. USA patent. Ebrahim, Rabi, **Mukhtar Yeleuov**, and Alex Ignatiev. Porous solid oxide fuel cell anode with nanoporous surface and process for fabrication. Application No. 16/709,016. Date of Patent : Jan. 28 , 2020;

2. Патент № 6564 РК. Способ изготовления пористого токосъемника для гибридных суперконденсаторов / **Елеуов М.А.** Әбдісаттар Ә.Ә., Приходько Н.Г., Таурбеков А.Б.Т., Толынбеков А.Б. Ақарұлы Қ. // – Оpubл. 22.10.2021.

3. Патент № 5404 РК. Способ получения графена и устройство для его осуществления / **Елеуов М.А.**, Мансуров З.А., Таурбеков А.Т., Лесбаев Б.Т., Смагулова Г.Т., Приходько Н.Г. // – Оpubл. 02.10.2020.

9. Наименование специальности, паспорту которой соответствует диссертации

Диссертационная работа докторанта Елеуова Мухтара Ауезовича на тему «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии», выполненной в форме серии статей, выполнена в полном объеме и отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072300 – «Техническая физика».

10. Соответствие диссертационной работы предъявляемым требованиям «Правил присуждения степеней» Комитета по контролю в сфере Науки и Высшего образования РК

Диссертационная работа докторанта Елеуова М. А. «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии», является самостоятельным, законченным исследованием в области материаловедения и нанотехнологий. Принимая во внимание актуальность и новизну исследования, обоснованность выводов, имеющих теоретическую и практическую значимость, можно считать, что диссертационная работа отвечает всем требованиям «Правил присуждения степеней» Комитета по контролю в сфере Науки и Высшего образования РК.

На основании вышеизложенного, диссертационная работа Елеуова Мухтара Ауезовича «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии», выполненной в форме серии статей, рекомендуется к защите на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072300 – «Техническая физика» в диссертационном совете по направлению «Физические и химические науки».

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Диссертационная работа докторанта Елеуова Мухтара Ауезовича на тему «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии», выполненной в форме серии статей, выполнена в полном объеме и отвечает всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072300 – «Техническая физика».

2. Рекомендовать диссертационную работу докторанта Елеуова Мухтара Ауезовича на тему «Синтез и исследование пористых углеродных материалов и оксидов переходных металлов для электрохимического накопления энергии», выполненной в форме серии статей, к защите на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072300 – «Техническая физика» в диссертационном совете по направлению «Физические и химические науки».

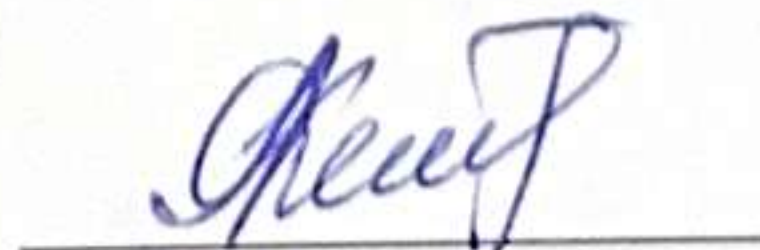
Результаты голосования: «за» - единогласно, «против» - нет, «воздержавшихся» - нет.

**Председатель, к.т.н.,
заведующий кафедрой
МНиИФ**


(подпись)

Какимов У.К.

Секретарь:


(подпись)

Кемелбекова А.Е.