

«Утверждаю»

Проректор по науке
и международному сотрудничеству
КазНТУ им. К.И. Сатпаева
Шокпаров А.Ж.



ВЫПИСКА ИЗ ПРОТОКОЛА № 7

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

г. Алматы

«10» февраля 2023 г.

Председатель: Кудайбергенов К.К., зав. кафедрой.

Секретарь: Етиш Т.Е., инженер.

Присутствовали (в соответствии с Положением о Диссертационном совете, не менее 2/3 членов кафедры): Всего 9 членов кафедры, из них присутствовали 8 членов кафедры.

Кудайбергенов К.К. – зав. кафедрой, доктор PhD, Смагулов Д.У. – профессор, д.т.н.; Байтимбетова Б.А. – ассоц. профессор, к.ф.-м.н., Какимов У.К. – ассоц. профессор, к.т.н.; Нажипқызы М. – ассоц. профессор, к.х.н.; Бейсебаева А.С. – старший преподаватель, к.ф.-м.н.; ассистенты – Кемелбекова А.Е., Ыбрайымқұл Д.

Со стороны: Лесбаев А.Б. – зав. кафедрой ОФ.

ПОВЕСТКА ДНЯ:

Обсуждение диссертационной работы PhD докторанта кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика» Шонгаловой А.К. на тему «Перспективные методы синтеза и исследования тонкоплёночных халькогенидных материалов», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D074000 – «Наноматериалы и нанотехнологии».

Научные консультанты:

- Паулу Фернандеш, PhD (Polytechnic of Porto - School of Engineering, Physics department, Porto, Portugal);

- Мария Корпея, PhD (I3N Associated Laboratory, University of Aveiro, Aveiro, Portugal).

- Нурлан Токмолдин Серекболович, PhD (Физико-технический институт, Алматы, Казахстан);

Рецензенты:

- Байтимбетова Б.А. – к.ф.-м.н., ассоц. профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика»;
- Лесбаев А.Б. – PhD, зав.кафедрой «Общая физика».

СЛУШАЛИ:

Председатель Кудайбергенов К.К.: Шонғалова Айгуль Қабылқызы обучалась в докторантуре КазНІТУ им. К.И. Сатпаева по специальности 6D074000 – «Наноматериалы и нанотехнологии» в 2015-2018 годы. В настоящее время она завершила диссертационную работу на тему: «Перспективные методы синтеза и исследования тонкоплёночных халькогенидных материалов», была утверждена на Ученом совете НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И.Сатпаева» № 17 от 02.06.2022 г. (приказ № 837-д). Для проведения экспертизы по диссертации Шонғаловой Айгуль были назначены рецензенты, компетентные в соответствующей отрасли, Байтимбетова Б.А. – к.ф.-м.н., ассоц. профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика» и Лесбаев А.Б. – PhD, зав. кафедрой «Общая физика», которые подготовили рецензии по диссертации.

К предзащите представляется диссертационная работа докторанта Шонғалова Айгуль Қабылқызы по специальности 6D074000 – Наноматериалы и нанотехнологии на тему «Перспективные методы синтеза и исследования тонкоплёночных халькогенидных материалов».

Научные стажировки: Шонғалова А.Қ. проходила в 2016 г., 2017г. и в 2018 г. в Португальской ассоциированной лаборатории «Институт по наноструктурам, наномоделировании и нанофабрикации» (I3N) Университета Авейру (г. Авейру, Португалия).

Если нет вопросов по повестке дня, слово предоставляется докторанту Шонғалова А. Қ. для доклада. Регламент 20 минут на презентацию доклада.

Шонғалова А. Қ.: Уважаемый председатель и уважаемые присутствующие! Разрешите представить вашему вниманию основные результаты диссертационной работы на тему: «Перспективные методы синтеза и исследования тонкоплёночных халькогенидных материалов». В докладе отражены актуальность, цель, задачи работы, содержание, основные положения, выносимые на защиту, научные результаты и выводы диссертации.

Слушали: Слушали Шонғалову А. Қ., которая в своем докладе изложила суть диссертационной работы. Доклад был представлен в форме презентации. В ходе доклада были освещены следующие вопросы:

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

Председатель Кудайбергенов К.К.: Слово предоставляется отечественному научному консультанту PhD Токмолдин Нурлан Серекболовичу, (положительный отзыв прилагается).

PhD Токмолдин Нурлан Серекболович:

Во время выполнения диссертационной работы Шонғалова А.Қ. проявила себя как самостоятельный, целеустремленный исследователь. Она повысила свой теоретический и практический уровень, осваивая современную методологию исследований и выполняя эксперименты по диссертационной работе. Очень аккуратно выполняла все задания. Сама работа актуальна. Получены хорошие результаты в ходе исследований.

В целом диссертационная работа Шонғалова А.Қ. представляет собой законченное исследование, выполненное на высоком современном научном и теоретическом уровне, имеет практическое значение, отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторской диссертации PhD.

Диссертационная работа Шонғаловой Айгуль по актуальности, научному уровню, новизне, значимости результатов и общему объему исследований соответствует всем критериям, предъявляемым к PhD диссертациям, и может быть рекомендована к защите в диссертационном совете по специальности 6D074000 – «Наноматериалы и нанотехнологии».

Председатель Кудайбергенов К.К.: Большое спасибо руководителю. Давайте теперь заслушаем наших рецензентов. Слово предоставляется первому рецензенту зав. кафедрой «Общая физика» Лесбаеву Айдосу Бахытжановичу.

Лесбаев А.Б., PhD, зав.кафедрой ОФ: Здравствуйте уважаемые участники семинара, диссертационная работа Шонғаловой Айгүл Қабылқызы «Перспективные методы синтеза и исследования тонкоплёночных халькогенидных материалов» в целом оставляет у меня хорошее впечатление. Можно сказать, что основные результаты, которые она получила в процессе выполнения диссертационной работы и предоставила на докладе, она обосновала полностью. Конечно же, есть вопросы, но они не имеют принципиального характера. По полученным результатам Шонғаловой А.Қ. опубликовано 6 публикаций, 1 статья в изданиях, рекомендуемых ККСОН МНиВО РК и 5 статей в изданиях, индексируемых базой данных Scopus. Работа соответствует формальным требованиям, предъявляемым к диссертациям PhD.

По результатам рецензирования работы диссертанта предлагаются следующие замечания, предложения:

1. Переформулировать основные положения, выносимые на защиту;
2. В тексте диссертации имеются ошибки стилистического характера и опечатки. При оформлении текста следует соблюдать правила технического редактирования.

Указанные замечания не снижают значимость полученных результатов, и не влияют на общую положительную оценку диссертационного исследования Шонғаловой А.Қ. На основании вышеизложенного, считаю, что представленная

диссертационная работа может быть рекомендована к защите в Диссертационном Совете.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Хорошо, спасибо Айдос Бакытжанович. Хотел бы спросить, Айгул, Вы согласны с замечаниями?

Ответ: Благодарю за полезные замечание.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Вторым рецензентом в диссертации докторанта является Байтимбетова Б.А. – к.ф.-м.н., ассоц. профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика».

Байтимбетова Б.А. – к.ф.-м.н., ассоц. профессор кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика»: Считаю, что была представлена добротная экспериментальная работа. Проведено большое количество экспериментов, сравнительный анализ исследованных материалов и свойств. Нужно отметить, что все статьи докторанта опубликованы по теме диссертационной работы, среди которых нет публикации несоответствующих к теме исследования. Полностью согласен замечаниями первого рецензента, добавлю свое замечание:

1. Глава 3, где описывается спектр аморфного селена, необходимо подправить или убрать данную информацию, так как аморфные структуры не имеют острый пик.

Однако указанные недостатки не снижают уровень и качество диссертационной работы и не имеют принципиального характера. В целом диссертационную работу Шонгаловой А.Қ. по своей актуальности, новизне можно рекомендовать к защите в Диссертационном Совете. Спасибо за внимание.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Когда вы получите официальные рецензии, прошу вас ответить по каждому пункту замечаний. Слово предоставляю коллегам высказать свое мнение, вопросы по выполненной работе.

Смагулов Д.У.– д.т.н., профессор: Где выполнялись работы по синтезу пленок?

Ответ: В моей работе рассматриваются два вида пленок потенциальных для применения в фотовольтаике в качестве светопоглощающего слоя: пленки из селенида сурьмы и пленки из тройных соединения медь-сурьма-сера. Прекурсоры пленок для селенида сурьмы осаждали в Португалии в лаборатории руководителя, процесс селенизации проводилась в лаборатории университета ИМЕС, Бельгия. Все этапы синтеза пленок селенида сурьмы, приведенные в разделе 3.4., проведены в Физико-техническом институте.

Пленки из тройных соединения синтезировались полностью в Португалии.

Лесбаев А.Б. – зав. кафедрой ОФ: Какой ваш личный вклад в работу?

Ответ: Я принимала участие во всех этапах синтеза пленок. От подготовки образцов к напылению до конечного этапа – отжига, кроме селенизации пленок. Данный этап проводился без моего участия. Мой руководитель указал параметры селенизации исследователю лаборатории и он выслал обратно уже селенизированные образцы.

Исследования структурных и оптических характеристик проводилось мною. Обработка и интерпритация полученных результатов, также проводилось мною под руководством моих руководителей. Электрические характеристики были

проведены без моего участия профессором Федерального университета Минас-Жерайс.

Пленки, полученные в Казахстане проводилось под моей инициативой. Исследования характеристик этих пленок были проведены частично на базе Физико-технического института и ННЛОТ.

Бейсебаева А.С. – сениор-лектор: Морфологию пленок исследовали в физико-техническом институте?

Ответ: Да, морфология пленок, полученных в Казахстане исследовали в институте.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Расскажите подробнее про мишень, с помощью которой вы получали тройную фазу?

Ответ: Мишень состоит из двух материалов. Основной элемент — это сурьма, он является минералом — основанием, второй элемент медь, сегменты меди располагают поверх основания. Мишень из сурьмы приобретали отдельно, а сегменты меди вырезали из фольги толщиной 0,5 мм. При каждом распылении сегменты меняли на новые.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Где расположили источник серы во время отжига и сам образец?

Ответ: Печь собой представляет трубу, которая состоит из двух частей. Первая часть — это часть где находится источник серы, он расположен у входа источника носителя паров серы, т.е. аргона, и подсоединен ко второй части печи — камере где находится образец.

Байтимбетова Б.А. – ассоц. профессор к.ф-м.н.: Температуру источника серы отдельно контролировали?

Ответ: Температура источника серы контролируется отдельно, так как максимальные температуры камеры и источника отличаются. В первой температура испарения серы, во второй температура необходимая для образования соединений.

Нажипқызы М.: Эта та мишень, которую вы делали в ФТИ?

Ответ: Да, мишень, которую получали из брусков серы путем отжига в форме, подходящая по размерам к держателю мишени установки.

ОБСУЖДЕНИЕ

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

Байтимбетова Б.А. – ассоц. профессор к.ф-м.н.: Работа мне понравилась, выполнена на высоком уровне, существенные замечания, высказанные соискателю, я думаю она исправит и желаю успешной защиты.

Лесбаев А.Б. – зав. кафедрой ОФ: Общие впечатления от работы очень хорошие. Думаю, соискатель справился с поставленной задачей, причем, что положительно в данной работе — это достаточное количество публикаций.

Публикации соответствуют требованиям, предъявляемым к диссертанту. И я считаю, что данная работа может быть представлена к защите в Диссертационном Совете.

Бейсебаева А.С.: Работа интересная, огромный экспериментальный материал. С удовольствием прослушала доклад по диссертационной работе. Хочу отметить высокую ответственность и требовательность соискателя. Считаю, что работа по объему экспериментальных результатов, по набору и уровню использованных методов анализа, по новизне полученных результатов, по теоретической и практической значимости представляет собой завершённое исследование, соответствует предъявляемым требованиям и может быть рекомендована к защите.

Председатель Кудайбергенов К.К.: Коллеги, есть еще желающие выступить? Если нет, подведём итоги дискуссии! Работа очень хорошая, а выявленные замечания легко исправимы. Все участники расширенного научного семинара, выступившие в дискуссии, единодушно рекомендуют диссертационную работу Шонғаловой Айгүл Кабылқызы к представлению к защите в нашем диссертационном совете. Думаю, что выражаю общее мнение и предлагаю рекомендовать диссертационную работу Шонғаловой Айгүл Кабылқызы на тему «Перспективные методы синтеза и исследования тонкоплёночных халькогенидных материалов», представленной на соискание степени доктора философии PhD по специальности 6D074000 - «Наноматериалы и нанотехнологии» для защиты в Диссертационном Совете и принять следующее заключение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расширенного заседания научного семинара кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика» КазННТУ им. Сатпаева от 10 февраля 2023 года по диссертации докторанта (PhD) Шонғаловой А.Қ. «Перспективные методы синтеза и исследования тонкоплёночных халькогенидных материалов», представленного на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D074000 - «Наноматериалы и нанотехнологии».

1. Актуальность темы исследования

Селенид и сульфид сурьмы находят применение в различных отраслях оптоэлектроники благодаря своим структурным, оптическим и электронным свойствам. Одним из распространённых методов синтеза этих материалов, позволяющих получить качественную структуру с желаемыми полупроводниковыми свойствами, является термическое осаждение. В основе данного метода лежит испарение порошков исходных химических элементов или их соединений при температурах 500-600°C. Иные методы синтеза пленок селенида и сульфида сурьмы, как правило, имеют недостатки, проявляющиеся в низком качестве исходных пленок.

Подтверждение качества тонких пленок халькогенидных материалов осуществляется на основе исследования их фазовой структуры. При этом особенно важным является применение неинвазивных методов, не вызывающих изменения внутренней структуры образцов в ходе эксперимента. Одним из перспективных

методов неинвазивного структурного анализа является рамановская спектроскопия (спектроскопия комбинационного рассеяния света). Ее применение позволяет быстро и без дополнительных операций по подготовке образцов получить информацию о поверхностных фазах пленок. Одной из малоизученных и актуальных проблем спектроскопии комбинационного рассеяния света, применительно к тонким пленкам селенида сурьмы, является корректная интерпретация тех или иных колебательных мод.

Таким образом, важным для практического применения является возможность синтеза тонких пленок халькогенидных материалов широкодоступными способами. Перспективным подходом в этом направлении является разработка методов магнетронного распыления и химического осаждения из паровой фазы, не требующих больших энергозатрат и позволяющих управлять процессом синтеза для получения материалов с заданными свойствами. Также, большой интерес, с научной точки зрения, вызывает идентификация колебательных мод молекул халькогенидных материалов для последующего анализа синтезированных пленок.

2. Научные результаты в рамках требований к диссертациям (пп. 2, 5, 6 «Правил присуждения степеней» и паспортов соответствующих специальностей научных работников)

Научные положения диссертации соответствуют требованиям, предъявляемым к работам такого рода, однако требуют переформулировок.

В работе последовательно решаются поставленные соискателем задачи. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка использованных источников. В главах сделаны научно значимые, логично аргументированные выводы. Основные полученные результаты сводятся к следующему:

- разработаны методы получения тонких пленок селенида сурьмы и тройного соединения на основе медь-сурьма-сера;
- проведены композиционный, морфологический анализ, идентификацию фаз и структурные характеристики полученных пленок;
- изучены механизмы формирования фазового состава в системах Cu-Sb-S в процессе магнетронного распыления металлических прекурсоров сурьма-медь с дальнейшей сульфидацией;
- исследованы оптоэлектронные свойства полученных пленок;
- исследованы электрические свойства тонких пленок селенида сурьмы.

3. Степень обоснованности и новизны 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 и докладами на международных конференциях и форумах.

Научные положения диссертации соответствуют требованиям, предъявляемым к работам такого рода. Научная новизна заключается в том, что разработаны методы синтеза тонких пленок селенида сурьмы и тройного соединения на основе

медь-сурьма-сера. Определены механизмы появления пика при 250 см^{-1} в пленках селенида сурьмы в спектрах комбинационного рассеяния света. Изучен механизм электропроводности и электрически активных дефектов в поликристаллическом селениде сурьмы.

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

Результаты проведённых исследований расширяют знания о синтезе халькогенидных тонких пленок селенида сурьмы и сульфида сурьмы и меди. Выявлены условия снятия спектров комбинационного рассеяния света на пленках селенида сурьмы. Определены параметры осаждения тонких пленок сульфида сурьмы и меди. Полученные результаты исследования направлены на улучшения качества тонких пленок селенида сурьмы и сульфида сурьмы и меди для фотовольтаики.

5. Конкретное личное участие автора в получении научных результатов, изложенных в диссертации

Экспериментальные данные были получены совместно с учёными «Институт по наноструктурам, наномоделированию и нанофабрикации» (I3N) Университета Авейру, (г. Авейру, Португалия). Результаты исследований структурных и оптических свойств полученных пленок были получены автором самостоятельно. Постановка задач предложена отечественным и зарубежным научными консультантами PhD, Токмолдином Н.С., PhD, Коррея М. и PhD, Фернандеш П. совместно с Шонгаловой А.К.

Суммарное личное участие автора составило 90%.

6. Доказанность выносимых на защиту положений

Диссертационное исследование представляет собой логически завершённый научный труд, обладающий внутренним единством. Четко сформулированные цель и задачи исследования нашли последовательное теоретическое и методологическое решение в каждом разделе диссертации, сформированы в виде основных положений, выносимых на защиту. Результаты исследования подтверждаются публикациями основных научных результатов в международных и отечественных научных журналах и докладами на международных конференциях и форумах. Все результаты, выводы и заключение внутренне взаимосвязаны, каждый следующий вывод связан с предыдущим, т.е. с соблюдением принципа от общего к частному.

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

Основные положения диссертации изложены в 6 печатных работах, из них:

5 статей в международном научном издании, входящем в базу данных компании Thomson Reuters и Scopus:

1. A. Shongalova, M.R. Correia, B. Vermang, J.M.V. Cunha, P.M.P. Salomé and P.A. Fernandes, On the identification of Sb_2Se_3 using Raman scattering, published in MRC Communications, 2018, doi:10.1557/mrc.2018.94. (квартиль Q2);

2. Shongalova A., Correia M. R., Teixeira J. P., Leitão, J. P., González J. C., Ranjbar S, S. Garud, B. Vermang, J.M.V. Cunha, P.M.P. Salomé, Fernandes, P. A.

(2018). Growth of Sb_2Se_3 thin films by selenization of RF sputtered binary precursors. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 187, 219-226. (квартиль Q1);

3. Fernandes, P. A., Shongalova, A., da Cunha, A. F., Teixeira, J. P., Leitão, J. P., Cunha, J. M. V., ... & Correia, M. R. (2019). Phase selective growth of $Cu_{12}Sb_4S_{13}$ and Cu_3SbS_4 thin films by chalcogenization of simultaneous sputtered metal precursors. *Journal of Alloys and Compounds*, 797, 1359-1366. (квартиль Q1);

4. N Cifuentes, S Ghosh, A Shongalova, MR Correia, PMP Salome, PA Fernandes, S Ranjbar, S Garud, B Vermang, GM Ribeiro, JC Gonzalez, *Electronic Conduction Mechanisms and Defects in Polycrystalline Antimony Selenide*, 2020, 124 (14), 7677-7682 (квартиль Q1);

5. A Shongalova, M Aitzhanov, S Zhantuarov, K Urazov, P Fernandes, N. Tokmoldin, M.R. Correia, Comparison of antimony selenide thin films obtained by electrochemical deposition and selenization of a metal precursor. *Materials Today: Proceedings*, 2020, 25, 77-82 (SJR 1.3, процентиль в базе данных SCOPUS – 39).

1 работа в журналах из списка, рекомендованного Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК:

1. A Shongalova, D Muratov, B Rakhmetov, K Aimaganbetov, S Zhantuarov, On thermal stability of antimony thin films for solar cells applications, *Recent Contributions to Physics (Rec. Contr. Phys.)*, 2020.

Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались в 6-ти международных конференциях и симпозиумах:

1. 43rd International Conference on Micro and Nanoengineering (Брага, Португалия, 18-22 сентября 2017 г.);

2. Конференция студентов и молодых ученых Сатпаевские чтения на тему «Научное наследие Шахмардана Есенова» (Алматы, 2017);

3. 2018 MRS Spring Meeting, Symposium EN19. Novel Inorganic Semiconductor for Optoelectronics and Solar Energy (Феникс, Аризона, США, 2-6 апреля 2018 г.);

4. Международном научном конференции студентов и молодых учёных, «Фараби Әлемі» (Алматы, 9-12 апреля 2018 г.);

5. 2018 Spring Meeting (Страсбург, Франция, 18-22 июня 2018 г.);

6. International Conference on Materials Research and Nanotechnology (Рим, Италия, 10-12 июня 2019 г.).

8. Соответствие диссертации предъявляемым требованиям «Правил присуждения степеней» Комитета по контролю в сфере образования и науки МОН РК

Диссертационная работа Шонгаловой А.К. на тему: «Разработка и исследование тонкопленочных электродных материалов для полупроводниковой оптоэлектроники» является самостоятельным, законченным исследованием в области фотовольтаики, направленным на разработку методов синтеза халькогенидных тонких пленок и установление оптимальных условий идентификации фаз методом спектроскопии комбинационного рассеяния света. 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 образования и науки МНиВО РК.

На основании вышеизложенного, диссертационная работа Шонғаловой Айгүл Қабылқызы рекомендуется к защите на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D074000 – «Наноматериалы и нанотехнологии», в Диссертационном совете «Металлургия, материаловедение и нанотехнологии» при КазННТУ им. К.И. Сатпаева.

9. Наименование специальности, паспорту которой соответствует диссертация

Диссертация Шонғаловой А.Қ. на тему: «Разработка и исследование тонкопленочных электродных материалов для полупроводниковой оптоэлектроники», представленного на соискание степени доктора философии (PhD), соответствует специальности 6D074000 – «Наноматериалы и нанотехнологии».


ПОСТАНОВИЛИ:

1. Диссертационная работа докторанта кафедры «Материаловедение, нанотехнологии и инженерная физика» Шонғаловой А.Қ. на тему: «Перспективные методы синтеза и исследования тонкопленочных халькогенидных материалов» выполнена в полном объеме и отвечает всем требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D074000 - «Наноматериалы и нанотехнологии».

2. Рекомендовать диссертационную работу Шонғаловой А.Қ. на тему: «Перспективные методы синтеза и исследования тонкопленочных халькогенидных материалов» к защите на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D074000 - «Наноматериалы и нанотехнологии» в Диссертационном совете «Металлургия, материаловедение и нанотехнологии» при КазННТУ им. К.И. Сатпаева.

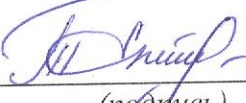
Результаты голосования: «за» - единогласно, «против» - нет, «воздержавшихся» - нет.

Председатель


(подпись)

Кудайбергенов К.К.

Секретарь:


(подпись)

Етиш Т.Е.