

## ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу  
Кохметовой Сауле Талгатовны на тему «Новые катодные материалы для натрий-ионных аккумуляторов», предоставленную  
на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D072000- «Химическая технология неорганических  
веществ».

№п/п	Критерии	Соответствие критериям (необходимо отметить один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) соответствует направлениям развития науки и/или государственным программам	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: <u>1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u> 2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы) 3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)	Работа выполнялась в рамках государственного грантового финансирования проекта AP05131849 «Новые интеркаляционные материалы для натрий-ионных батарей» 2018-2020 гг.
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит/не вносит</u> существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта/не раскрыта</u>	Исследования, касающиеся улучшения характеристик новых или существующих катодных материалов вносят существенный вклад в науку. В случае появления значительных положительных результатов в этой области экономический эффект будет очевиден. Важность работы раскрыта.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) Высокий; <u>2) Средний;</u> 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	Автором диссертации была выполнена большая работа по изучению литературы в данной области, постановке экспериментов, а также анализа и обсуждения полученных данных. Публикации были подготовлены при непосредственном участии автора, о чем свидетельствует первое и второе положение автора в списках авторов статей.
4.	Принцип	4.1 Обоснование актуальности диссертации:	Данная диссертационная работа преследует цель

	внутреннего единства	<p>1) <u>Обоснована;</u>  2) Частично обоснована;  3) Не обоснована.</p>	создания эффективных катодных материалов для натрий-ионных батарей, которые могли бы быть использованы в качестве альтернативы литий-ионным батареям, которые в свою очередь отличаются дороговизной, а также имеют проблему, связанную с редкостью литиевых ресурсов. Актуальность данной диссертации не вызывает сомнений.
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:  1) <u>Отражает;</u>  2) Частично отражает;  3) Не отражает</p>	В работе были синтезированы новые материалы, ранее не представленные ни в каком виде, которые далее были использованы в качестве катодных материалов для натрий-ионных аккумуляторов.
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:  1) <u>соответствуют;</u>  2) частично соответствуют;  3) не соответствуют</p>	Цель и задачи соответствуют теме диссертации.
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:  1) полностью взаимосвязаны;  2) <u>взаимосвязь частичная;</u>  3) взаимосвязь отсутствует</p>	Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны. Мысль плавно перетекает от синтеза новых материалов к анализу и испытаниям данных материалов в качестве катодов для натриевых аккумуляторов.
		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:  1) критический анализ есть;  2) <u>анализ частичный;</u>  3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</p>	В работе представлены существующие катодные материалы и указаны их электрохимические характеристики. Сравнение синтезированных материалов с существующими катодными материалами проведен частично. Анализ полученных экспериментальных данных является оригинальным.
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?  1) <u>полностью новые;</u>  2) частично новые (новыми являются 25-75%);  3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	Были синтезированы новые катодные материалы с анионной заменой структуры эльффеллита $\text{NaFe}(\text{SO}_4)_{1,5}\text{A}_{0,5}$ ( $\text{A} = \text{SO}_4, \text{SeO}_4, \text{PO}_3\text{F}, \text{HPO}_4$ ). Кроме того, был проанализирован модифицированный метод повышения проводимости катодной массы с использованием материала со смешанной проводимостью,

		5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) полностью новые; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%);</u> 3) не новые (новыми являются менее 25%)	дисульфида молибдена. Выводы диссертации включают в себя результаты ряда физико-химических анализов впервые синтезированных и представленных катодных материалов. Выводы диссертации являются новыми.
		5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) полностью новые; 2) <u>частично новые (новыми являются 25-75%);</u> 3) не новые (новыми являются менее 25%)	В работе представлена технологическая схема создания катодов с использованием предложенного модифицированного метода повышения проводимости на основе дисульфида молибдена ранее никем не заявленная.
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)	Все основные выводы основаны на результатах экспериментов, логически выстроенных, с использованием современного оборудования и зарекомендованных техник.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: Положение 1: 7.1 Доказано ли положение? 1) <u>доказано;</u> 2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; 2) <u>нет</u> 7.3 Является ли новым? 1) <u>да;</u> 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) <u>средний;</u> 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) да;	Положение 1: Материалы состава $K(2-x)Na_xMn_2(SO_4)_3$ ( $x = 0; 0,5; 1,0; 1,3$ ) структуры лангбейнита не обладают электрохимической активностью в электролите 1 М $NaClO_4$ в смеси растворителей этиленкарбонат/диметилкарбонат (1:1). Положение доказано. <i>Приведен ряд экспериментов, результаты которых говорят об отсутствии электрохимической активности. По данным материалам нет данных об электрохимической активности. Также не во всех случаях получены чистые вещества. Например, на рисунке 9 видны примеси <math>Na_2Mn(SO_4)_2</math> даже <math>K:Na = 1:1</math>.</i>  Положение 2: Допирование материала $NaFe(SO_4)_2$ анионами $SeO_4$ , $HPO_4$ , $PO_3F$ в количестве 0,5 моль не нарушает изначальной структуры эльдфеллита. Положение доказано. <i>Приведен ряд</i>

		<p><u>2) нет</u></p> <p>Положение 2:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p><u>1) доказано;</u></p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p><u>1) да;</u></p> <p>2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p> <p>2) средний;</p> <p><u>3) широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?</p> <p><u>1) да;</u></p> <p>2) нет</p> <p>Положение 3:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p><u>1) доказано;</u></p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?</p> <p><u>1) да;</u></p> <p>2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:</p> <p>1) узкий;</p>	<p><i>экспериментов, результаты которых подтверждают структуру эльДФеллита во всех материалах. Данные материалы были впервые опубликованы в статье с участием автора диссертации. В дифрактограммах видна одинаковая примесь при ~23 градусов, которую надо обозначить как примесь.</i></p> <p>Положение 3:</p> <p>Замещение SO<sub>4</sub> анионов в материале NaFe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> структуры эльДФеллита анионами SeO<sub>4</sub>, PO<sub>3</sub>F и HPO<sub>4</sub> в количестве 0,5 моль приводит к снижению удельной емкости на более чем 29 % при первом цикле при токе 0,1 С в сравнении с незамещенным материалом.</p> <p>Положение доказано. <i>Приведен ряд электрохимических испытаний, в которых заметно ухудшение показателей при постоянстве других переменных эксперимента. Результаты были впервые опубликованы в статье авторитетного издания с участием автора диссертации. Однако первая филиация авторов статьи в другой стране. Надо бы рассчитать теоретическую емкость материала для сравнения с практическими результатами.</i></p> <p>Положение 4:</p> <p><i>Зависимость кинетических параметров интеркаляции катодного материала NaFe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> структуры эльДФеллита от толщины проводящего покрытия на основе MoS<sub>2</sub> является экстремальной.</i></p> <p>Положение доказано. <i>Результаты исследований, которые были положены в основу данного положения, детально описаны и проанализированы в диссертации. Результаты были впервые опубликованы в</i></p>
--	--	--	--

		<p><u>2) средний;</u>  3) широкий  7.5 Доказано ли в статье?  <u>1) да;</u>  2) нет</p> <p>Положение 4:  7.1 Доказано ли положение?  <u>1) доказано;</u>  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано  7.2 Является ли тривиальным?  1) да;  2) <u>нет</u>  7.3 Является ли новым?  <u>1) да;</u>  2) нет  7.4 Уровень для применения:  1) узкий;  <u>2) средний;</u>  3) широкий  7.5 Доказано ли в статье?  <u>1) да;</u>  2) нет</p>	<p><i>статье авторитетного издания с участием автора диссертации.</i></p>
8.	<p>Принцип достоверности источников и предоставляемой информации</p>	<p>8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана  <u>1) да;</u>  2) нет</p> <p>8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:  <u>1) да;</u>  2) нет</p>	<p>Использованные методы исследования являются проверенными и зарекомендованными. Выбор не вызывает сомнений. Методология экспериментов достаточно подробно описана.</p> <p>В работе были использованы современные методы научных исследований, а именно: рентгенофазовый анализ, метод нейтронной дифракции, Раман-спектроскопия, ИК-Фурье спектроскопия, метод лазерной дифракции, сканирующая электронная микроскопия, цикловольтамперометрия, гальваностатический</p>

			<p>анализ. Для обработки данных была использована программа Origin.</p> <p><i>Рекомендуется на все графики XRD добавить индексы Миллера.</i></p> <p><i>В некоторых изображениях, полученных электронным микроскопом, отсутствовал масштаб.</i></p>
		<p>8.3 Теоретические выводы, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальным исследованием (для направлений подготовки по педагогическим наукам результаты доказаны на основе педагогического эксперимента):</p> <p><u>1) да;</u> 2) нет</p>	<p>Все выводы, выявленные взаимосвязи и закономерности, представленные в диссертации основаны на экспериментальных данных.</p>
		<p>8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>	<p>Информация, представленная в диссертации, не являющаяся результатом экспериментальных работ, подтверждена ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</p>
		<p>8.5 Используемые источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора</p>	<p>В диссертации представлен литературный обзор на основании 205 источников.</p>
9	Принцип практической ценности	<p>9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:</p> <p><u>1) да;</u> 2) нет</p>	<p>Результаты допирования сульфатных материалов структуры лангбейнита и эльДФеллита будут полезны при создании новых веществ с желаемыми свойствами.</p> <p>Предложенный механизм интеркаляции натрия в катодный материал структуры эльДФеллита при непосредственном участии электропроводящих добавок позволит глубже раскрыть природу данного процесса, а также создать такие условия, при которых будут реализовываться максимальные электрохимические показатели катодных материалов.</p>
		<p>9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:</p> <p><u>1) да;</u> 2) нет</p>	<p>Оптимизация условий подготовки катодного материала и разработанный способ создания плоского контакта с целью повышения проводимости катодной смеси на основе</p>

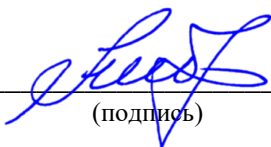
			эльдфеллита позволят в будущем создать эффективный катод с высокими мощностными показателями для изготовления натрий-ионных батарей в сфере крупногабаритных накопителей энергии, получаемой от возобновляемых источников энергии.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) <u>полностью новые</u> ; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Синтезированные материалы являются новыми. Модификация метода повышения проводимости катодной массы ранее никем не была заявлена, что доказывает ее новизну.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) высокое; 2) <u>среднее</u> ; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертация изложена простым языком, легко читается, полностью передает смысл и идею каждого предложения. <i>В тексте диссертации встречаются грамматические ошибки, некорректные термины и опечатки. А также текст в некоторых рисунках нужно перевести на язык диссертации.</i>

В отзывах официальные рецензенты указывают одно из следующих решений:

- 1) присудить степень доктора философии (PhD) или доктора по профилю;
- 2) направить диссертацию на доработку (кроме случаев защиты диссертации в форме серии статей);
- 3) отказать в присуждении степени доктора философии (PhD) или доктора по профилю.

Копии отзывов официальных рецензентов вручаются докторанту не позднее, чем за 5 (пять) рабочих дней до защиты диссертации.

**Официальный рецензент:**  
Школа Инженерии и Цифровых Наук,  
Назарбаев Университет, PhD  
(место работы, научное звание)

  
(подпись)

Менбаева Алмагуль Абдыкалимовна  
(ФИО)