

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу
Сауле Талгатовны Кохметовой 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: 1) Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы) 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>	Актуальность, научная новизна, теоретическая и практическая значимость диссертации убедительно показаны как в диссертации, так и в автореферате
3.	Принцип самостоятельности и	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> ; 2) Средний; 3) Низкий; 4) Самостоятельности нет	С. Кохметова самостоятельно подготовила обстоятельный литературный обзор, самостоятельно провела все синтетические эксперименты, включая операции по очистке реактивов, самостоятельно провела все электрохимические исследования и участвовала наряду с профильными специалистами в физико-химических исследованиях. Она самостоятельно обработала все

4.	Принцип внутреннего единства	экспериментальные результаты сформулировала выводы по каждому разделу работы 4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) <u>Обоснована</u>; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована. 4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) <u>Отражает</u>; 2) Частично отражает; 3) Не отражает 4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации: 1) <u>соответствуют</u>; 2) частично соответствуют; 3) не соответствуют 4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны: 1) <u>полностью взаимосвязаны</u>; 2) взаимосвязь частичная; 3) взаимосвязь отсутствует 4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями: 1) <u>критический анализ есть</u>; 2) анализ частичный; 3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов 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%)	Обобщенно, что натрий-ионные аккумуляторы являются основными представителями так называемой «пост-литий-ионной эпохи», а их характеристики решающим образом зависят от свойств активных материалов. Диссертация С. Кохметовой посвящена именно этой проблеме, что подробно описывается в начале каждой главы Тема диссертации – «Новые катодные материалы». Вся диссертация сводится к синтезу и исследованию свойств новых катодных материалов Тема диссертации – «Новые катодные материалы». Основной целью был синтез новых катодных материалов... и разработка эффективного способа изготовления электрода для натрий-ионных аккумуляторов. Все разделы диссертации так или иначе относятся к получению новых активных материалов и исследованию их свойств Критический анализ в диссертации самоочевиден: различные синтезированные материалы сравниваются по их электрохимическим характеристикам Главный научный результат диссертации – превосходство исходного $\text{NaFe}(\text{SO}_4)_2$ над анионно-допированными материалами
приб.	Принцип научной новизны		

		NaFe(SO₄)₂-х(PO₃F)_х (х = 0-0,5) является новым и нетривиальным Основные выводы диссертации о неизменности структуры лангбейнита K₂Mn₂(SO₄)₃ при частичном замещении калия на натрия, а также о неизменности структуры эльдфеллита NaFe(SO₄)₂ при частичном замещении сульфата посторонними анионами является новыми Технологические решения, изложенные в главе 7, относятся к материалам, разработанным в диссертации, и они полностью новые.
	5.2 Выводы диссертации являются новыми? 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%) 5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными: 1) <u>полностью новые</u>; 2) частично новые (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Все основные выводы основаны на результатах экспериментов, надёжность и достоверность которых не вызывает сомнений.
6.	Обоснованность основных выводов	<u>Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах</u> либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)
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) <u>узкий</u>; 2) средний; Положение 1 доказано экспериментально, оно не тривиально и, конечно является новым; поскольку вывод об электрохимической активности отрицательный, вопрос о применении не стоит. Положение 1 доказано в статье [А.А.Шепетов, Я.С.Жигаленок, С.Т.Кохметова, А.К.Галеева, А.П.Курбатов. Химический журнал Казахстана. – 2020. – Т 2. – С.240-247]. Замечание: из текста статьи (и из материалов диссертации) не вполне понятно, как аргументировалось предположение о возможной способности исследуемого материала

	3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u> Положение 2 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) <u>да</u>; 2) <u>нет</u> 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u> 7.4 Уровень для применения: 1) <u>узкий</u>; 2) <u>средний</u>; 3) <u>широкий</u> 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) <u>нет</u>	к обратимому внедрению натрия Положение 2 доказано экспериментально, оно явно не тривиально и ново. Так как электрохимические характеристики именно этих материалов уступают характеристикам недопированных материалов, вопрос о применении также не стоит. Доказательства приводятся в статье [I.A. Tussov, S.T. Kokhmetova, L.L. Driscoll, R. Smith, F. J. Berry, J.F. Marco, A.K. Galeyeva, A.P. Kurbatov, P.R. Slater. Journal of Solid State Chemistry, 289 (2020) 121395] Замечание: в работе показано, что допирование ферросульфата натрия посторонними анионами в количестве 0.5 M, хотя и не нарушает структуры эльффелита, приводит к снижению электрохимических характеристик. К сожалению аналогичные измерения не были проведены с материалами с другой степенью допирования.
	Положение 3 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) <u>да</u>;	Положение 3 взаимосвязано с положением 2, оно также доказано экспериментально, и оно также не тривиально и ново. Так как электрохимические характеристики именно этих материалов уступают характеристикам недопированных материалов, вопрос о применении

	2) <u>нет</u> 7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u>; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) <u>узкий</u>; 2) средний; 3) широкий 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) нет	также не стоит. Доказательства приводятся в той же статье [I. A. Trussov, S. T. Kokhmetova, L. L. Driscoll, R. Smith, F. J. Berry, J. F. Marco, A. K. Galeeva, A. P. Kurbatov, P. R. Slater. Journal of Solid State Chemistry, 289 (2020) 121395] Замечание по этому положению совпадает с замечанием по положению 2. Кроме того, из рис. 24 следует, что прямые не экстраполируются в начало координат, то есть ток не пропорционален корню из скорости развёртки, что ставит под сомнение применимость уравнения Рэндлса-Шевчика.
	Положение 4 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) средний; 3) <u>широкий</u> 7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>;	Положение 4 также доказано экспериментально, и оно также не тривиально и ново. Это положение имеет довольно общий характер и может быть применено в широком спектре электродных материалов. Доказательства приводятся в статье [S. Kokhmetova, T. Kan, F. Malchik, A. Galeeva, T. Djenizian, and A. Kurbatov. Materials Today Communications. – 2021. – V.28. – article #102723] Замечание по этому разделу: при нанесении углеродного покрытия в качестве источника углерода использована винная кислота, остаётся неясным, почему при других синтезах была использована глюкоза.

8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	2) нет 8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно подробно описана 1) <u>да</u>; 2) нет 8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий: 1) <u>да</u>; 2) нет 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): 1) <u>да</u>; 2) нет 8.4 Важные утверждения подтверждены/частично подтверждены/не подтверждены <u>ссылками на актуальную и достоверную научную литературу</u> 8.5 <u>Использованные источники литературы достаточны/не достаточны для литературного обзора</u>	Описанию методологии посвящены большие фрагменты Введения и главы 2. В качестве замечания можно отметить, что принципы рентгенофазового анализа описаны излишне подробно. Эксперимент описан более чем подробно в главе 2. Вся диссертация состоит из описания эксперимента и теоретической трактовки результатов Например, приводятся литературные подтверждения состояния углерода по данным Раман-спектроскопии, по затруднённости деинтеркаляции калия из $K_2Fe_2(SO_4)_3$, по структурной модели $NaFe(SO_4)_2$, по влиянию скорости развёртки потенциала на потенциалы вольтамперометрических максимумов и т.п. Объём литературного обзора превышает средний объём в подобных диссертациях Результаты катионного и анионного допирования сульфатных материалов структуры лангбейнита и эльфельта будут полезны при создании новых веществ с желаемыми свойствами. Предложенный механизм
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u>; 2) нет	

		интеркаляции натрия в катодный материал структуры эльdfеллита 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.
	9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Результаты работы позволят создать катодный материал с улучшенными зарядно-разрядными характеристиками. Оптимизация условий подготовки катодного материала и разработанный способ создания плоского контакта с целью повышения проводимости катодной смеси на основе эльdfеллита позволят создать эффективный катод с высокими мощностными показателями.
	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%)	Изложенная в главе 8 технологическая схема совершенно новая
10.	Качество написания и оформления	Диссертация написана на высоком литературном уровне, хотя в ней и встречаются опечатки, неточности и неудачные выражения.

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:

Институт физической химии
и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН
доктор химических наук профессор

(место работы, научное звание)



(подпись)

Скундин Александр Мордухаевич
(ФИО)

Подпись А.М. Скундина заверяю:

Секретарь Учёного Совета
Института физической химии и электрохимии
им. А.Н. Фрумкина РАН
кандидат химических наук



Варнавская Ираида Германовна