ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Кенбай Алишера Асылбекулы на тему «Низкотемпературная ячейка для исследования колебательных спектров углеводородных топлив в среднем ИК-диапазоне», предоставленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «8D07106 – Теплоэнергетика».

№ п/п	Критерии	Соответствие критериям (подчеркнуть один из вариантов ответа)	Обоснование позиции официального рецензента (замечания выделить курсивом)
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:	Само исследование выполнено в рамках НИР и проектов AP25794643, AP26104451 и AP19680205, а также диссертационная работа соответствует приоритетному направлению «Энергетика и машиностроение», поскольку посвящена разработке экспериментальной низкотемпературной ячейки и криогенно-капиллярной системы для исследования спектральных характеристик углеводородных топлив при низких температурах и атмосферном давлении. Полученные результаты имеют научную и практическую значимость для исследования свойств топлив, повышения надежности и эффективности энергетических установок, а также для развития
		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).	

			экспериментальной базы теплоэнергетики.
2.	Важность для науки	Работа вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта.	Диссертация расширяет экспериментальные возможности FTIR-спектроскопии за счет создания низкотемпературного модуля, интегрированного с приставкой диффузного отражения. Научная значимость определяется возможностью получения спектральных данных при атмосферном давлении и температурах до (80,0 ± 0,7) K.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: **1) высокий;** 2) средний; 3) низкий; 4) самостоятельности нет.	Степень самостоятельности оценивается как высокая. Автор выполнил основные экспериментальные процедуры, обработку и интерпретацию спектров, оценку неопределенности и подготовку материалов по разработке установки.
4.	Принцип внутреннего единства	4.1 Обоснование актуальности диссертации: **1) обоснована;** 2) частично обоснована; 3) не обоснована.	Актуальность определяется необходимостью расширения экспериментальной базы для исследования спектральных характеристик топлив при низких температурах и

			атмосферном давлении. В работе показана необходимость получения данных в условиях, отличающихся от традиционных вакуумных измерений.
		4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:	Структура соответствует заявленной теме: рассмотрены физические основы FTIR и существующие решения, затем описаны конструкция ячейки и методика, после чего приведены результаты измерений и их сравнение с литературными данными.
		1) отражает;	
		2) частично отражает;	
		3) не отражает.	
		4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:	Поставленная цель последовательно раскрывается через задачи проектирования, изготовления и испытания системы, регистрации спектров и оценки качества измерений.
		1) соответствуют;	
		2) частично соответствуют;	
		3) не соответствуют.	
		4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:	Внутренняя логика выдержана: анализ известных подходов приводит к конструктивному решению, далее представлены его реализация и экспериментальная проверка. Результаты и расчет неопределенности обеспечивают связь задач с выводами.
		1) полностью взаимосвязаны;	
		2) взаимосвязь частичная;	
		3) взаимосвязь отсутствует.	

		4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:	Проведен анализ существующих криогенных измерительных систем и их ограничений. Предлагаемая система рассматривается как более доступное решение для измерений при атмосферном давлении.
		1) критический анализ есть;	
		2) анализ частичный;	
		3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов;	
		4) анализ отсутствует.	
5.	Принцип научной новизны	5.1 Научные результаты и положения являются новыми?	Новизна заключается в создании и апробации криогенно-капиллярной системы с низкотемпературной ячейкой, адаптированной к приставке диффузного отражения ФСМ 2203. Решение защищено патентами РК №7284 и №9621.
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
		5.2 Выводы диссертации являются новыми?	Основные выводы согласуются с экспериментальными результатами: приведены характеристики температурного режима, спектры, сравнение с опубликованными данными и количественная оценка неопределенности.
		1) полностью новые;	
		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:	Предлагаемое техническое решение является полностью новым в рамках заявленной экспериментальной системы: разработана криогенно-
		1) полностью новые;	

		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	капиллярная система с низкотемпературной измерительной ячейкой, интегрированной с приставкой диффузного отражения Фурье-спектрометра ФСМ 2203, обеспечивающая проведение исследований при атмосферном давлении и температурах до 80 К. Конструкция предусматривает оригинальную систему охлаждения, температурного контроля и подачи образца. Новизна технического решения дополнительно подтверждена патентами Республики Казахстан №7284 и №9621.
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	
6.	Обоснованность основных выводов	Все основные выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах и достаточно хорошо обоснованы.	Доказательная база включает описание конструкции, испытания, спектры этанола, керосина и метанола, анализ характеристических полос и расчет неопределенности. Расширенная неопределенность положения спектральных пиков составляет ±0,936 $см^{-1}$, температурных измерений – ±0,716 К.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:	Положения отражены в публикациях автора по разработке низкотемпературной ячейки и криогенной системы и
		7.1 Доказано ли положение?	
		1) доказано;	

		2) скорее доказано; 3) скорее не доказано; 4) не доказано; 5) в текущей формулировке проверить доказанность положения невозможно. 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; **2) нет;** 3) в текущей формулировке проверить тривиальность положения невозможно. 7.3 Является ли новым? **1) да;** 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить новизну положения невозможно. 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; **2) средний;** **3) широкий;** 4) в текущей формулировке проверить уровень применения положения невозможно. 7.5 Доказано ли в статье? **1) да;** 2) нет; 3) в текущей формулировке проверить доказанность положения в статье невозможно.	по экспериментальной регистрации FTIR-спектров. Положение 1: 7.1 – 1) доказано. 7.2 – 2) нет. 7.3 – 1) да. 7.4 – 3) широкий. 7.5 – 1) да. Обоснование: Положение подтверждено результатами разработки и экспериментальной апробации низкотемпературной ячейки и криогенно-капиллярной системы. Оно не является тривиальным, поскольку требует решения комплекса конструктивных и экспериментальных задач по обеспечению устойчивого температурного режима при атмосферном давлении. Новизна подтверждается разработанной конструкцией и ее патентной защитой. Уровень применения оценивается как широкий, поскольку система непосредственно применима в лабораторных исследованиях и может быть адаптирована для других объектов. Положение отражено в публикациях автора по разработке

			низкотемпературной ячейки и криогенной системы. Положение 2: 7.1 – 1) доказано. 7.2 – 2) нет. 7.3 – 1) да. 7.4 – 2) средний. 7.5 – 1) да. Обоснование: Положение подтверждено экспериментально полученными FTIR-спектрами этанола, керосина и метанола и идентификацией характерных колебательных мод. Положение не является тривиальным, поскольку получение и интерпретация спектров при низких температурах требуют применения разработанной экспериментальной системы и контролируемого температурного режима. Новизна определяется получением и анализом спектральных данных в исследуемом температурном диапазоне и условиях атмосферного давления. Практический уровень оценивается как средний ввиду возможности использования методики в лабораторных

			исследованиях топливных материалов. Результаты положения представлены в публикациях автора. Положение 3: 7.1 – 1) доказано. 7.2 – 2) нет. 7.3 – 1) да. 7.4 – 2) средний. 7.5 – 1) да. Обоснование: Положение подтверждается сравнением экспериментальных спектров с литературными данными и оценкой воспроизводимости результатов, составившей 96–97%. Оно не является тривиальным, поскольку требует экспериментальной проверки стабильности и воспроизводимости измерений в криогенных условиях. Новизна заключается в экспериментальном подтверждении воспроизводимости спектральных характеристик с использованием разработанной системы. Уровень применения оценивается как средний, поскольку полученные результаты могут использоваться при

			последующих лабораторных исследованиях и расширении методики на другие виды топлива. Положение отражено в научных публикациях по теме диссертации.
8.	Принцип достоверности.	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана:	Методика представлена подробно: описаны спектрометр, приставка, ячейка, криогенно-капиллярная система, газификатор, PID-контроллер, подготовка образцов и последовательность измерений.
	Достоверность источников и предоставляемой информации	**1) да;**	
		2) нет.	
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	Для обработки применены коррекция базовой линии, сглаживание, производные, деконволюция и спектральное вычитание. Описанные процедуры обеспечивают последующую интерпретацию характеристических полос.
		1) да;	
		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):	Работоспособность подтверждена экспериментами с тремя веществами. Характеристические полосы идентифицированы и сопоставлены с литературными данными; заявленная воспроизводимость составляет 96–97%.
		1) да;	
		2) нет.	

		8.4 Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу – подтверждены.	Литературные положения для интерпретации спектров и сравнения с известными результатами сопровождаются библиографическими ссылками.
		8.5 Использованные источники литературы достаточны для литературного обзора.	Литературная база достаточна для поставленных задач и включает профильные научные публикации, стандарты и другие источники.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение:	Теоретическая значимость состоит в получении дополнительных данных о спектральных характеристиках при низких температурах и атмосферном давлении и создании основы для дальнейшего изучения фазовых изменений топлив.
		1) да;	
		2) нет.	
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике:	Практическая значимость связана с созданием работоспособной установки для лабораторных исследований на базе FTIR-спектрометра.
		1) да;	
		2) нет.	
		9.3 Предложения для практики являются новыми:	Предложения для практического применения основаны на созданной системе и ее апробации. Расширение номенклатуры топлив и автоматизация измерений обоснованно рассматриваются как дальнейшие направления.
		1) полностью новые;	
		2) частично новые (новыми являются 25-75%);	
		3) не новые (новыми являются менее 25%).	

10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: **1) высокое;** 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Работа в целом соответствует требованиям академического изложения; материал структурирован, приведены схемы, рисунки, таблицы, формулы и библиографические ссылки. Отдельные формулировки могут быть уточнены.
11.	Замечания к диссертации	Принципиальных замечаний, способных повлиять на общую научную ценность, обоснованность полученных результатов и выводов диссертационной работы, не имеется.	
12.	Научный уровень статей докторанта по теме исследования (в случае защиты диссертации в форме серии статей официальные рецензенты комментируют научный уровень каждой статьи докторанта по теме исследования)	Публикационная активность достаточна. Результаты отражены в статьях, включая публикации в изданиях, индексируемых Scopus/Web of Science: 1 Turlybekova G., Kenbay A., Aldiyarov A., Korshikov Y., Lesbayev A., Nurmukan A., Yerezhep D. Cryogenic system for FTIR analysis of hydrocarbon fuels at low temperature and atmospheric pressure // Applied Sciences. – 2025. – Vol. 15, No. 14. – 7944. https://doi.org/10.3390/app15147944 (Web of Science «Engineering, Multidisciplinary» JIF – 71.7 percentile, Q2; Scopus «General Engineering» CiteScore – 79th percentile, Q1). 2 Kenbay A., Yerezhep D., Aldiyarov A. Development of low-temperature cell for IR Fourier-spectroscopy of hydrocarbon materials // Eurasian Physical Technical Journal. – 2025. – Vol. 22, No. 2 (52). – P. 88–96. https://doi.org/10.31489/2025N2/88-96 (Scopus CiteScore «General Engineering» – 26th percentile, Q3). А также в изданиях, рекомендуемых КОКСНВО МНВО РК: 1 Кенбай А.А., Алдияров А.У., Ережеп Д.Е.. Криогенная установка для FTIR-спектроскопического исследования поведения углеводородных соединений при атмосферном давлении // Bulletin of Toraighyrov University. Energetics Series. – 2025. – № 1. – P. 188–200. 2 Kenbay A., Yerezhep D., Aldiyarov A. Analysis and comparison of kerosene FTIR spectra using the developed cryogenic-capillary system with low-temperature cell // Recent Contributions to Physics. – 2024. – Vol. 91, No. 4. – P. 64-76. (Web of Science «Physics, Multidisciplinary» JIF – 4.8 percentile, Q4). 3 Kenbay A.A., Golikov O.Yu., Aldiyarov A.U., Yerezhep D.E. Low-temperature cell for IR Fourier spectrometric investigation of hydrocarbon substances // Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics. – 2023. – Vol. 23, No. 4. – P. 696–702. (Scopus «Mechanical Engineering» CiteScore – 19th percentile, Q4). Дополнительным подтверждением прикладной направленности являются патенты №7284 и №9621:	

		1 Пат. 7284 Республика Казахстан. Низкотемпературная измерительная ячейка диффузного отражения в среднем ИК-диапазоне / Ережеп Д.Е., Алдияров А.У., Голиков О.Ю., Кенбай А.А.; патентообладатель Ережеп Д.Е. – № 2022/0443.2; заявл. 19.05.2022; опубл. 15.07.2022. – 5 с. 2 Пат. 9621 Республика Казахстан. Модернизированный держатель низкотемпературных образцов для ИК-спектроскопии / Кенбай А.А., Ережеп Д.Е., Алдияров А.У.; патентообладатель Кенбай А.А. – № 2024/0911.2; заявл. 19.07.2024; опубл. 25.07.2025. – 6 с.
13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения)	Диссертация Кенбай Алишера Асылбекулы «Низкотемпературная ячейка для исследования колебательных спектров углеводородных топлив в среднем ИК-диапазоне» представляет собой завершенное исследование, в котором решена актуальная задача создания и экспериментальной проверки низкотемпературной FTIR-системы при атмосферном давлении. Результаты обладают научной новизной, экспериментальной обоснованностью и практической направленностью. Работа соответствует требованиям к диссертациям на соискание степени PhD, а ее автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 8D07106 – Теплоэнергетика.

Официальный рецензент:
Д.т.н., профессор, Алматинский Технологический Университет,
профессор кафедры «Машины и аппараты производственных процессов»
(г. Алматы, Республика Казахстан) **Цой А.П.**

Адам ресурстарын дамыту департаменті
Департамент развития человеческих ресурсов

АТУ Цой А.П.
ын дамыту департаментінің
ғындырылған
ктор Департамента развития
ресурсов
20 26 ж.