

**Письменный отзыв официального рецензента  
на диссертационную работу  
Юлусова Султана Балтабаевича  
"Разработка технологии получения концентрата редких и редкоземельных металлов из урансодержащего сырья"  
на соискание степени доктора философии (PhD)  
по специальности 6D070900 – Металлургия**

№ 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	<p>1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам:</p> <p>1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета (указать название и номер проекта или программы)</u></p> <p>2) Диссертация выполнена в рамках другой государственной программы (указать название программы)</p> <p>3) Диссертация соответствует приоритетному направлению развития науки, утвержденному Высшей научно-технической комиссией при Правительстве Республики Казахстан (указать направление)</p>	<p>Диссертация выполнялась в рамках государственных грантов Фонда науки МОН РК по теме «Разработка технологии комплексного освоения полиметаллических углерод-кремнеземистых руд большого Каратау» (НИРН<sup>№</sup>АР-2018/05134773, договор №110 от 05.03.2018 г.).</p>
2.	Важность для науки	<p><u>Работа вносит/не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо раскрыта/не раскрыта</u></p>	<p>Работа вносит существенный вклад в науку в связи с разработкой эффективной технологии извлечения редких и редкоземельных металлов (РЗМ) из черносланцевой руды месторождения Баласаускандык, а также способа вскрытия техногенных минеральных образований (ТМО) от переработки фосфатных урановых руд месторождения Меловое с выделением соединений фосфора в отдельный продукт.</p>

			<p>Важность диссертационной работы подтверждается патентами на изобретения:</p> <p>1. Патент РК №33153 «Способ извлечения редкоземельных элементов из кремнистого сырья» /Юлусов С.Б.; Дуленин А. П.; Суркова Т. Ю.; Кенжалиев Б. К.; Пирматов Э. А.; опубл. 15.10.2018, Бюл. 38.</p> <p>2. Патент РК № 34620 «Способ переработки углерод-кремнеземистых руд» /Козлов В.А., Юлусов С.Б., Байгенженов О.С., Омар Г., Жумақынбай Н.; опубл. 20.11.2020, Бюл. 46.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <p>1) <u>Высокий</u>;</p> <p>2) Средний;</p> <p>3) Низкий;</p> <p>4) Самостоятельности нет</p>	<p>Уровень самостоятельности высокий. При выполнении диссертационной работы докторантом выполнен большой объем теоретических и экспериментальных исследований, о чем свидетельствуют авторские разработки, подтвержденные статьями, докладами на международных научно-практических конференциях.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <p>1) <u>Обоснована</u>;</p> <p>2) Частично обоснована;</p> <p>3) Не обоснована.</p>	<p>Актуальность диссертации имеет высокую степень обоснованности и своевременности. Это связано с тем, что одним из перспективных источников редких и редкоземельных элементов, потребность промышленности в которых год от года растет, может быть урансодержащее сырье, в частности, черносланцевые руды Большого Каратау и техногенные минеральные образования от переработки фосфатных урановых руд.</p> <p>Основываясь на имеющемся в Казахстане потенциале для развития редкоземельной подотрасли: запасы сырья, производственные мощности, а также перерабатывающее импортные концентраты РЗЭ предприятие ТОО «Иртышская редкоземельная компания» (IRESCO), которое не загружено на полную мощность, в связи с недостаточностью обеспечения сырьем, следует считать создание и развитие редкоземельной промышленности в республике <b>актуальным</b> и перспективным, т.к. по оценкам специалистов в ближайшие годы на мировом рынке ожидается сохранение тенденции к росту спроса на редкоземельные металлы и их соединения. Собственное</p>

			<p>производство редкоземельных элементов позволит вывести промышленность Республики на качественно новый технический уровень.</p> <p>Рецензируемая работа посвящена созданию эффективной технологии извлечения редких и редкоземельных металлов из черносланцевой руды месторождения Баласаускандык, исследованию научных основ их выщелачивания и сорбции, а также совершенствованию технологии получения концентрата РЗЭ из техногенных минеральных образований от переработки фосфатных урановых руд месторождения Меловое с выделением соединений фосфора в отдельный продукт.</p>
		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <p>1) <u>Отражает</u>;</p> <p>2) Частично отражает;</p> <p>3) Не отражает</p>	<p>Содержание диссертации полностью отражает ее тему. Работа направлена на разработку технологий извлечения металлов не только из руды, но и техногенных минеральных образований от переработки фосфатных урановых руд месторождения Меловое.</p>
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <p>1) <u>соответствуют</u>;</p> <p>2) Частично отражает;</p> <p>3) Не отражает</p>	<p>Цель диссертации практически совпадает с ее темой, а задачи поставлены так, что соответствуют ей.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <p>1) <u>полностью взаимосвязаны</u>;</p> <p>2) взаимосвязь частичная;</p> <p>3) взаимосвязь отсутствует</p>	<p>Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны, что подтверждается последовательным изложением выполнения поставленных задач, взаимосвязью теоретических исследований и экспериментальных результатов.</p> <p>Но в диссертационной работе целый раздел: «Получение концентрата редкоземельных элементов из техногенных минеральных образований от переработки фосфатных урановых руд» выведен в ПРИЛОЖЕНИЕ. На мой взгляд, этот раздел непосредственно связан с темой диссертации и дополняет работу, раскрывая с другой стороны: извлечение РЗЭ из техногенного сырья. Данный раздел можно было бы представить, как</p>

		<p>4.5 Предложенные автором новые решения (принципы, методы) аргументированы и оценены по сравнению с известными решениями:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>критический анализ</u> есть;</li> <li>2) анализ частичный;</li> <li>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</li> </ol>	<p>самостоятельную главу диссертационной работы.</p> <p>Данное замечание не снижает ценности полученных научных результатов диссертационной работы.</p> <p>В диссертации, предложенные докторантом решения основаны на обзоре и критическом анализе существующих технологий и выработке решений на основе теоретических и экспериментальных закономерностей. Автором работы в достаточно полном объеме рассмотрены известные способы переработки такого вида сырья, как черносланцевых руды Большого Каратау и техногенные минеральные образования от переработки урано-фосфатных руд. На основании анализа экспериментально выявленных закономерностей определены оптимальные условия спекания руды, выщелачивания металлов из спека в раствор, условия кондиционирования растворов путем осаждения алюминия и железа.</p> <p>Однако для извлечения РЗЭ из продуктивных растворов автор применяет сорбцию, используя статический режим, а почему не динамический?</p>
5.	Принцип научной новизны	<p>5.1 Научные результаты и положения являются новыми?</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>полностью новые</u>;</li> <li>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</li> <li>3) не новые (новыми являются менее 25%)</li> </ol>	<p>Основные научные результаты и положения диссертационной работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлены структурные особенности исходной черносланцевой руды месторождения Баласаускандык и предложен вариант ее вскрытия с учетом данного фактора (расположения редких и редкоземельных элементов в руде в виде включений в кремнисто-углеродистой матрице);</li> <li>- термодинамический анализ спрогнозировал ориентировочные условия взаимодействия черносланцевых руд с гидросульфатом аммония в процессе спекания;</li> <li>- определены оптимальные условия процесса спекания, выщелачивание, очистки от примесных элементов, сорбции и осаждения редких и редкоземельных металлов из черносланцевых руд и техногенных минеральных образований;</li> </ul>

			<p>- разработаны способы извлечения редких и редкоземельных металлов из черносланцевых руд Большого Каратау и техногенных минеральных образований от переработки урано-фосфатных руд.</p> <p>Научная новизна технических решений подтверждена выдачей патентов РК № 33153 и № 34620.</p>
		<p>5.2 Выводы диссертации являются новыми?</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p> <p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Приведенные в диссертации выводы (в виде раздела «Заключение») являются новыми.</p> <p>На основании комплекса проведенных исследований и полученных результатов разработана технологическая схема переработки черносланцевой руды Большого Каратау с извлечением редких и редкоземельных элементов: урана, ванадия, молибдена и ΣРЗЭ, а также получением алюмоаммонийных квасцов и использованием обогащенного кека от выщелачивания спека в составе шихты для получения ферросилиция.</p> <p>Разработано два варианта вскрытия ТМО: кислотный и щелочной. Отличительной особенностью усовершенствованной технологии получения концентрата редкоземельных элементов из техногенных минеральных образований от переработки фосфатных урановых руд является выделение фосфора в отдельный промпродукт при двух стадиях выщелачиванием и осаждение концентрата РЗЭ смесью карбоната натрия и щавелевой кислоты 2:1.</p> <p>Однако возникают вопросы: 1. Каковы запасы ТМО от переработки фосфатных урановых руд?</p> <p>2. В работе не отражено, как планируется использовать некондиционные продукты – 5 % концентрат РЗЭ и десорбат урана?</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) <u>полностью новые</u>;</p>	<p>Внедрение способа вскрытия черносланцевой руды путем спекания с сульфатом аммония в присутствии концентрированной серной кислоты и последующего выщелачивания спека позволит повысить степень извлечения редких металлов, а также попутно извлечь редкоземельные элементы в виде концентрата, что будет</p>

		<p>2) частично новые (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>способствовать повышению комплексности использования минерального сырья и расширит номенклатуру производимой продукции.</p> <p>Реализация усовершенствованного способа извлечения РЗЭ, в виде концентрата, из ТМО от переработки фосфатных урановых руд позволит выделить фосфор в отдельный полупродукт, способствуя повышению комплексности использования исходного сырья и рентабельности производства</p> <p>Технико-экономический расчет показал, что прибыль от внедрения разработанной технологии получения метаванадата аммония, алюмоаммонийных квасцов и шихты для получения ферросилициума, не учитывая извлечение урана, молибдена и редкоземельных металлов, составит при переработке 100 тонн руды около 5 839 800 тенге или 13 740 долларов США.</p>
6.	Обоснованность основных выводов	<p>Все основные выводы <u>основаны</u>/не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы (для qualitative research и направлений подготовки по искусству и гуманитарным наукам)</p>	<p>Основные выводы, приведенные в разделе «Заключение», достаточно хорошо обоснованы и доказаны с научной точки зрения и с применением автором комплекса современных физико-химических методов анализа. В ходе проведения экспериментов использованы такие методы исследования как рентгенофазный анализ, электронная микроскопия, термический рентгенофлуоресцентный, ИК – спектроскопический анализ и др.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p>7.1 Доказано ли положение?</p> <p>1) <u>доказано</u>;</p> <p>2) скорее доказано;</p> <p>3) скорее не доказано;</p> <p>4) не доказано</p>	<p>Доказательство положений основано на результатах экспериментальных исследований, их апробации в научных публикациях и патентах РК, а также результатах укрупненно-лабораторных испытаний технологии переработки черносланцевых руд в условиях производства.</p>
		<p>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) <u>да</u>;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>Тривиальность отсутствует. Все найденные закономерности и особенности изученных процессов рассматривались не упрощенно, а с позиции современных знаний в области теории и технологии применительно к гидрометаллургической переработке</p>

			черносланцевых руды Большого Каратау и техногенные минеральные образования от переработки урано-фосфатных руд
		7.3 Является ли новым? 1) <u>да</u> ; 2) нет	Положения, выносимые на защиту, являются новыми и доказаны патентами РК. Ранее подобные положения и результаты исследований по теме диссертации не были кем-либо (за исключением автора работы) представлены.
		7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u>	Потенциальными потребителями предлагаемых технологий могут являться предприятия урановой отрасли, например, АО «НАК «Казатомпром»», а также компании, заинтересованные в получении редкой и редкоземельной продукции.
		7.5 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u> ; 2) нет	В приложении Г диссертации приведен список 12 публикаций по теме диссертации. В список публикаций соискателя входят две статьи в журнале Chemical Technology and Metallurgy (процентиль 38 по БД Scopus) и три статьи по перечню журналов рекомендованных КОКСОН МОН РК (две статьи в журнале КИМС и статья в Вестник КазННТУ), пять тезисов в материалах международных конференций, два патента РК на изобретение. В публикациях показаны и нашли отражения положения, выносимые на защиту.
8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u> ; 2) нет	Диссертантом выбор и обоснование методологии исследований проведен с учетом особенностей гидрометаллургических процессов. Применение современных методов исследований позволило соискателю получить достоверные результаты и сформулировать основные теоретические положения физико-химических особенностей изучаемых процессов с последующим объективным формированием общего заключения по работе.
		8.2 Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований и методик обработки и интерпретации данных с применением компьютерных технологий:	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований, приведенных в п. 6. Диссертационная работа выполнена на кафедре «Металлургических процессов, теплотехники и технологии специальных материалов» Satbayev University, в отделении ядерно-

		1) <u>да</u> ; 2) нет	топливного цикла Инженерной школы ядерных технологий Томского политехнического университета и химико-аналитической лаборатории гидрометаллургического завода ТОО фирмы «Балауса» в рамках государственных грантов фонда науки МОН РК по теме: «Разработка технологии комплексного освоения полиметаллических углерод-кремнеземистых руд большого Каратау» (НИРН <sub>№</sub> АР-2018/05134773, договор №110 от 05.03.2018 г.).
		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	Теоретические выводы и выявленные закономерности доказаны экспериментальными исследованиями и методами статистической обработки данных. Имеется акт о внедрении материалов научно-исследовательской работы в учебный процесс кафедры: «Металлургические процессы, теплотехника и технология специальных материалов» КазНТУ им. Сатпаева (Приложении В). В 3 главе автор определяет оптимальные условия вскрытия черносланцевой руды спеканием с сульфатом аммония в присутствии концентрированной серной кислоты (температура спекания, соотношение компонентов, продолжительность процесса). Получить оптимальные условия процесса возможно путем построения математической модели. Почему автор не использует данный прием?
		8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Основные важные утверждения (в том числе и результаты автора) подтверждены соответствующими ссылками на научную литературу.
		8.5 Использованные источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	Список литературных источников диссертации насчитывает 159 научных работ, в том числе для литературного обзора 130, которых достаточно для проведения аналитического литературного обзора по теме диссертации.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) <u>нет</u>	Результаты диссертационного исследования не имеет теоретическое значение. Основная цель - разработка технологии извлечения редких и редкоземельных металлов из руды месторождения Баласаускандык Большого Каратау и усовершенствование технологии получения



			концентрата РЗЭ из техногенных минеральных образований от переработки фосфатных урановых руд месторождения Меловое с выделением соединений фосфора в отдельный продукт.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Результаты диссертационной работы имеют высокую вероятность дальнейшего применения на практике. Автором проведены укрупненно-лабораторные испытания технологии комплексной переработки черносланцевых руд в условиях заводской лаборатории гидрометаллургического завода ТОО фирмы «Балауса» на имеющемся оборудовании, что подтверждается наличием Акта. Получены рекомендации технического совета ТОО «Балауса» для проведения полупромышленных испытаний разработанной технологии переработки черносланцевых руд.
		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%)	Предложения для практики, выдвинутые в диссертационной работе, являются полностью новыми, что доказывается наличием патентов РК и отсутствием эффективных технологий получения редких и редкоземельных металлов при переработке такого вида сырья, как черносланцевые руды Большого Каратау и техногенные минеральные образования от переработки урано-фосфатных руд.
10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <u>высокое</u> ; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертация написана достаточно хорошим, доступным, профессиональным техническим стилем. Формулировки основных положений и выводов ясные и однозначные.

### Заключение

Рецензируемая работа в полной мере отвечает требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени PhD Комитетом по контролю в сфере образования и науки МОН РК и Юлусову Султану Балтабаевичу рекомендую присудить степень доктора философии (PhD) по специальности 6D070900 – Металлургия.

К.т.н., с.н.с. сектора редких рассеянных элементов  
 АО «Института топлива, катализа и электрохимии им. Д. В. Сокольского»



Шарипова А.С.