

ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу Әбдікерім Бекзат Ерубайұлы
на тему «Получение модифицированных сорбентов на основе природного сырья для извлечения урана»
представленную на соискание докторской философии (PhD)
по образовательной программе 8D07204 – «Металлургическая инженерия»

№ п/п	Критерии	Соответствие критерии (необходимо отметить один из вариантов ответов)	Обоснование позиции официального рецензента
1.	Тема диссертации (на дату ее утверждения) Соответствует направлениям развития науки или государственному программ	1.1 Соответствие приоритетным направлениям развития науки или государственным программам: 1) <u>Диссертация выполнена в рамках проекта или целевой программы, финансируемого(ой) из государственного бюджета</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)	Диссертационная работа выполнена в АО «ИМиО» в рамках государственных грантов фонда науки МОН РК по теме: «Разработка технологии селективного извлечения урана из продуктивных растворов урановых минералов» (2018-2020 гг.) и модифицированных природных сорбентов с применением «Разработка основных технологических параметров модифицирования природных сорбентов с применением техногенного сырья и физико-химические исследования модифицированных сорбентов» (2020-2022 гг.).
2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность <u>хорошо раскрыта</u> /не раскрыта	Работа вносит заметный вклад в теорию и практику гидрометаллургических процессов, в частности в областисорбционного извлечения урана из растворовмодифицированными природными сорбентами с оптимизацией технологических параметров.
3.	Принцип самостоятельности	Уровень самостоятельности: 1) <u>Высокий</u> 2) Средний 3) Низкий 4) Самостоятельности нет	Автор самостоятельно провел полный цикл экспериментальных исследований, включая сбор, интерпретацию, обобщение и анализ полученных результатов. Эксперименты по сорбционному извлечению урана и железа природными сорбентами, модифицированными предварительно активированным фосфорным шлаком и проведенные укрупненно- лабораторные испытания подтвердили перспективность такого подхода. Можно

		утверждать, что автор продемонстрировал довольно высокий уровень самостоятельности, сочетая практические навыки экспериментатора с аналитическими способностями и умением применять современные методы для решения поставленных задач.
4.	Принцип внутреннего единства	Обоснованием проведенных исследований является одна из актуальных задач атомной промышленности Казахстана - очистки радиоактивно загрязненных сточных и природных вод. Повышенная опасность данного вида вод обусловлена их большим объемом и возможностью неконтролируемого распространения. Автор представленной диссертационной работы в литературном обзоре приводит сведения о сорбционном извлечении урана из гидроминерального сырья с использованием природных ионообменных материалов: шунгитов и цеолитов, запасы которых исчисляются миллионами тонн. Особое внимание уделено способам модифицирования природных сорбентов и применению их для извлечения радионуклидов. В этой связи, большое значение приобретают фосфорсодержащие отходы - шлаки фосфорного производства, которые образуются в процессе получения желтого фосфора. Следует обратить внимание также на то, что основной составляющей фосфорных шлаков является волластонит, обладающий выраженными сорбционными свойствами. Волластонит в сочетании с наличием соединений фосфора открывают широкие возможности для использования данных шлаков в качестве модификаторов природных сорбентов. Учитывая, что количество шлаков фосфорного производства исчисляется миллионами тонн, то их использование для модификации природных сорбентов (цеолита и шунгита) позволит снизить объемы накопленных отходов; предотвратить загрязнение окружающей среды.
	4.1 Обоснование актуальности диссертации: 1) Обоснована; 2) Частично обоснована; 3) Не обоснована.	
	4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации: 1) Отражает; 2) частично отражает; 3) не отражает.	Диссертационная работа представляет собой логически завершенное научное исследование, направленное на разработку модифицированных сорбентов на основе природного сырья для извлечения урана. Работа состоит из 5 взаимосвязанных глав, раскрывающих различные аспекты данной проблемы. В ходе исследования были изучены физико-химические характеристики сырьевых материалов, проведена предварительная химическая активация фосфорных шлаков, выполнены лабораторные и

		укрупненно-лабораторные испытания, проведена оптимизация технологических параметров методом математического планирования экспериментов, а также представлен технико-экономический расчет рентабельности планируемого производства.	Целью диссертационной работы является разработка эффективной технологии модифицирования природных ионообменных материалов (цеолитов и шунгитов) с использованием техногенного сырья (шлаков фосфорного производства), предусматривающей получение недорогих модифицированных сорбентов для извлечения урана, отличающихся повышенной сорбционной емкостью и низкой себестоимостью. Поставленные в диссертационной работе цели и задачи соответствуют теме диссертации и решены в полном объеме.	Структура диссертационной работы характеризуется четкой логической связью между ее разделами и научными положениями. Прослеживается единая линия экспериментальных исследований и аналитических выводов, последовательно ведущая к достижению поставленной цели.	В диссертационной работе проведен масштабный критический анализ существующих научно-технических данных. Рассмотрено современное состояние и перспективы использования различных сорбентов для очистки сточных и природных вод от урана. Выбранные методы решения поставленных целей и задач тщательно обоснованы, определены отличия разрабатываемой технологии от ранее предложенных решений.	Научные результаты и положения являются полностью новыми, что подтверждается публикациями в журналах, входящих в базу данных Scopus и Web of Science: - Kenzhaliyev B., Surkova T., Berkinbayeva A., Amanzholova L., Mishra B., Abdikerim B., Yessimova D. Modification of Natural Minerals with Technogenic Raw Materials. Metals. 2022; 12(11):1907. https://doi.org/10.3390/met12111907. Scopus: Q2, percentile 76. Web of Science: Q2 - Surkova T.Yu., Abdikerim B.E., Berkinbayeva A.N., Azlan M.N., Kassymova G.K. Obtaining modified sorbents based on natural raw
		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%)	5. Принцип научной новизны

materials of Kazakhstan and research of their properties. Kompleksnoel'spol'zovanie Mineral'nogo Syr'a = Complex Use of Mineral Resources. 2022;322(3):23-32. <https://doi.org/10.31643/2022/6445.25>. 2022;322(3):23-32. Web of Science: Q3.

- Kenzhaliyev B.K., Surkova T.Yu., Abdikerim B.E., Berkinbayeva A.N., Abikak Ye.B., Dosymbayeva Z.D. Research on sorption properties of phosphoric production slag-waste // Metallurgiya. – 61. – 2021. - № 1. – P. 209-212. Croatia, Zagreb, ISSN 0543-5846, SJR IF-0,779. Scopus percentile 37, Q3.

- Kenzhaliyev B.K., Surkova T.Yu., Berkinbayeva A.N., Zamzagul D. Dosymbayeva, Ainur A. Mukhanova, Bekzat E. Abdikerim. Development of a method of modifying a natural sorbent for uranium extraction // Journal of Chemical Technology and Metallurgy, 55, 5. – 2020. – P. 1041-1046. Bulgaria, Sofia. ISSN 1314-7471, IF - 0.81. Scopus percentile 38, Q3.

- Kenzhaliyev B.K., Surkova T.Yu., Berkinbayeva A.N., Dosymbayeva Z.D., Abdikerim B.E.. Revisiting the Kazakhstan natural sorbents modification // Metallurgiya. – 59. – 2020. - № 1, 2. – P. 117-120, Croatia, Zagreb, ISSN 0543-5846, SJR IF-0,779. Scopus percentile 37, Q3.

- Abdikerim B.E., Kenzhaliyev B.K., Surkova T.Yu., Didik N., Berkinbayeva A.N., Dosymbayeva Z.D., Umirbekova N.S. Uranium extraction with modified sorbents // Kompleksnoel'spol'zovanie Mineral'nogo Syr'a = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu. 2020. № 3 (314), pp. 84-90., Almaty, Kazakhstan, ISSN 2224-5243. Web of Science: Q3

- Abdikerim B.E., Б.К. Кенжалиев, Т.Ю. Суркова, А.Н. Беркинбаева, З.Д. Досымбаева. Сорбция урана органоминералом на основе шунгита / Труды Сатпаевских чтений "Сатпаевские чтения - 2021" Секция «Инновационные технологии для реализации в металлургической отрасли РК». – С. 1289-1293.

- Кенжалиев Б.К., Суркова Т.Ю., Беркинбаева А.Н., Досымбаева З.Д., Чукуманова М.Т., Абдikerим Б.Е. Исследование цеолитов северного Казахстана. Сообщение №1 / Матер. Межд. научно-практ. конф. эффективные технологии производства цветных,

		редких и благородных металлов, 27 - 29 сентября, Алматы, 2018 г., С. 293-296.	
	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%)	Выводы, представленные в диссертационной работе, являются новыми и научно обоснованными, что подтверждается проведенными экспериментальными исследованиями и полученным охранным документами новизны – 2 патента РК на изобретение. - Кенжалиев Б.К., Суркова Т.Ю., Беркинбаева А.Н., Досымбаева З.Д., Чукманова М.Т., Абдикерим Б.Е. Патент на изобретение «Способ извлечения урана сорбцией» № 2019/0116.1 № 34401. - Кенжалиев Б.К., Суркова Т.Ю., Беркинбаева А.Н., Абдикерим Б.Е., - Есимова Д.М., Абиак Е.Б., Бектаев М.Е. Патент на изобретение «Способ извлечения урана из водных растворов».	редких и благородных металлов, 27 - 29 сентября, Алматы, 2018 г., С. 293-296.
	5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми, поскольку в результате исследования предложена технология получения модифицированных природных сорбентов(цеолита и шунгита) предварительно активированным фосфорным шлаком в карбонатной и хлоридной средах с использованиемполиакриламида в качестве связующего и стабилизирующего компонента.Это позволяет формироватьразличные типы активных центров и тем самым управлять селективностьюсорбции по отношению к урану и железу. Предлагаемые модифицированные природные сорбенты позволяют извлекать уран из слабо концентрированных растворов (степень извлечения до 98,7 %). При этом они отличаются пониженной стоимостью сорбционного материала, что делает предложеннуютехнологию перспективной для масштабного внедрения в урановойпромышленности не только в РК.	Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми, поскольку в результате исследования предложена технология получения модифицированных природных сорбентов(цеолита и шунгита) предварительно активированным фосфорным шлаком в карбонатной и хлоридной средах с использованиемполиакриламида в качестве связующего и стабилизирующего компонента.Это позволяет формироватьразличные типы активных центров и тем самым управлять селективностьюсорбции по отношению к урану и железу. Предлагаемые модифицированные природные сорбенты позволяют извлекать уран из слабо концентрированных растворов (степень извлечения до 98,7 %). При этом они отличаются пониженной стоимостью сорбционного материала, что делает предложеннуютехнологию перспективной для масштабного внедрения в урановойпромышленности не только в РК.	редких и благородных металлов, 27 - 29 сентября, Алматы, 2018 г., С. 293-296.
6.	Обоснованность основных выводов:	Все основные выводы <u>основаны</u> /не основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах либо достаточно хорошо обоснованы	Все представленные в работе выводы базируются на убедительных экспериментальных данных, соответствующих современным научным представлениям и подтверждающим свою достоверность.
7.	Основные положения, выносимые на защиту	Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности: Положение 1:	Положение 1: Результаты исследований были получены с применением комплекса методов, включая рентгенофлуоресцентный и рентгенофазовый методы анализа, термический анализ, ИК-

	Результаты физико-химических исследований цеолита Кусмурунского месторождения, шунгита Коксуского месторождения и шлака фосфорного производства 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 новыми? 1) <u>да</u>; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u> 7.3 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) нет Положение 2: Методика синтеза «твердофазных экстрагентов» на основе минералов, органических реагентов и полиакриламида 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 новыми? 1) <u>да</u>;	спектро스코пию, растрово-эмиссионный микроскопический анализ, что позволило оценить потенциал использования цеолита и шунгитов в качестве природных сорбентов. Наличие в фосфорном шлаке волластонита, соединений фосфора, служат предпосылками для использования шлака фосфорного производства в качестве модификатора природных сорбентов для извлечения урана. При этом для его эффективного использования в качестве модификатора необходима предварительная химическая активация минералогического состава и структуры. Для подтверждения доказательности из списка публикаций можно привести статью: Кенжалиев Б.К. Суркова Т.Ю., Беркинбаева А.Н., Досымбаева З.Д., Чукманова М.Т., Абдикерим Б.Е. Исследование цеолитов Северного Казахстана. Сообщение №2 / Материалы XXIV Межд. научно-техн. конф. «Научные основы и практика переработки руд и техногенного сырья. Екатеринбург. 9-12 апреля 2019; 132-137. Положение 2: Методика синтеза «твердофазных экстрагентов» на основе природных минералов заключалась в обработке их смесью трибутилфосфата и ди-2-этилгексилфосфорной кислоты в керосине, а также смесью фосфорной кислоты и полиакриламида. Показано, что первый метод предпочтительнее для цеолита, второй — для шунгита. Модифицирование природных минералов активированным фосфорным шлаком осуществляли следующим образом: исходный сорбент и активированный фосфорный шлак перемешивали в присутствии полиакриламида (концентрация - 20 г/дм³) и выдерживали 12 часов. Затем раствор полиакриламида сливали, сорбенты промывали дистиллированной водой и сушили. Для подтверждения доказательности из списка публикаций можно привести статью: Surkova T.Yu., Abdikerim B.E., Berkinbayeva A.N., Azlan M.N., Kassymova G.K. Obtaining modified sorbents based on natural raw materials of Kazakhstan and research of their properties. Kompleksnoe ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a = Complex Use of Mineral Resources. 2022; 322(3): 23-32. https://doi.org/10.31643/2022/6445.25 Положение 3:
--	---	--

	2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; <u>3) широкий</u> 7.3 Доказано ли в статье? <u>1) да;</u> 2) нет Положение 3: Результаты сорбционных и физико-химических исследований модифицированных сорбентов 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; <u>2) нет</u> 7.3 Является ли новыми? <u>1) да;</u> 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; <u>3) широкий</u> 7.3 Доказано ли в статье? <u>1) да;</u> 2) нет Положение 4: Методика активирования фосфорных шлаков 7.1 Доказано ли положение? <u>1) доказано</u> 2) скорее доказано 3) скорее не доказано	В ходе исследований изучены сорбционные и физико-химические свойства модифицированных сорбентов в статическом и динамическом режимах. Построены изотермы сорбции урана. Рассчитаны максимальная сорбционная емкость и константа Ленгмюра. Установлено, что лучшие результаты по сорбции урана получены при извлечении его модифицированными сорбентами: цеолитом, модифицированным смесью экстрагентов (ДИ-2-ЭГФК, ТБФ, керосин), шунгитом, модифицированным ортофосфорной кислотой в присутствии полиакриламида. Степень извлечения урана превышает 90%. Для подтверждения достоверности из списка публикаций можно привести статью: Abdikerim B.E., Kenzhaliyev B.K., Surkova T.Yu., Didik N., Berkinbayeva A.N., Dosymbayeva Z.D., Umirbekova N.S. Uranium extraction with modified sorbents // Kompleksnoe ispol'zovanie Mineral'nogo Syr'a = Complex Use of Mineral Resources = Mineraldik Shikisattardy Keshendi Paidalanu. 2020. № 3 (314), pp. 84-90, Almaty, Kazakhstan, ISSN 2224-5243. Положение 4: Методика активирования фосфорных шлаков Разработана методика гидротермальной активации фосфорного шлака в растворах карбоната и хлорида натрия при повышенных температурах. При химической активации фосфорного шлака в карбонатной среде происходит изменение его состава и структуры: частично разлагаются минеральные компоненты, увеличивается число дефектов в матрице, что приводит к возникновению в системе новых активных центров, которые играют в дальнейшем определенную роль в построении новой рациональной для данных условий структуры. При обработке хлоридом натрия в тех же условиях основная аморфная фаза сохраняется. Для подтверждения достоверности из списка публикаций можно привести статью: - Кенжалиев Б.К., Суркова Т.Ю., Беркинбаева А.Н., Досымбаева З.Д., Чукманова М.Т., Абдикерим Б.Е. Исследование цеолитов северного Казахстана. Сообщение №1 / Матер. Межд. научно-практ. конф. эффективные технологии производства цветных,
--	---	--

	4) не доказано 7.2 Является ли тривиальным? 1) да; <u>2) нет</u> 7.3 Является ли новыми? <u>1) да</u>; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; <u>3) широкий</u> 7.3 Доказано ли в статье? <u>1) да</u>; 2) нет Положение 5: Методика аппретирования природных минералов активированным фосфорным шлаком 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; <u>2) нет</u> 7.3 Является ли новыми? <u>1) да</u>; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; <u>3) широкий</u> 7.3 Доказано ли в статье? <u>1) да</u>; 2) нет Положение 6:	редких и благородных металлов, 27 - 29 сентября, Алматы, 2018 г., С. 293-296. Положение 5: Активированный фосфорный шлак был использован далее для аппретирования природных минералов – цеолита и шунгита. Методика аппретирования природных минералов (цеолита или шунгита) с предварительно активированным фосфорным шлаком в хлоридной или карбонатной среде (100-150 г/дм³ NaCl или Na₂CO₃) включает их смешение при температуре 150-200 °С и обработку полученной смеси раствором полиакриламида (20 г/дм³) в течение 72 часов. Для подтверждения доказательности из списка публикаций можно привести статью: Kenzhaliev B., Surkova T., Berkinbayeva A., Amanzholova L., Mishra B., Abdikerim B., Yessimova D. Modification of Natural Minerals with Technogenic Raw Materials. Metals. 2022; 12(11):1907. https://doi.org/10.3390/met12111907. Scopus: Q2, percentile 76. Web of Science: Q2. Положение 6: В результате исследований сорбционных и физико-химических свойств цеолитов и шунгитов, модифицированных фосфорным шлаком активированным в хлоридной среде, с использованием связующего – полиакриламида доказано, что наиболее активно они сорбируют уран и железо. Если шлак активирован в карбонатной среде, то модифицированные на его основе сорбенты активно сорбируют железо, сорбция урана в этом случае снижена. Полиакриламид, кроме роли связующего, также увеличивает сорбционную способность полученных композитов. При активировании фосфорного шлака в хлоридной среде степень извлечения и урана и железа увеличивается при модифицировании цеолита до 74,5 и 58,6 %, при модифицировании шунгита до 98,5 и 85,3 соответственно, а при активировании в карбонатной среде – увеличивается степень извлечения только железа и составляет 79,2 и 82,5 %. Лучшие результаты по сорбционному извлечению железа из продуктивных растворов получены при извлечении его модифицированными природными минералами в карбонатных средах, где решающую роль играют карбонат-ионы. Кроме того,
--	--	---

	Результаты исследований сорбционных и физико-химических свойств модифицированных фосфорным шлаком природных минералов 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 новыми? 1) <u>да</u>; 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; 3) <u>широкий</u> 7.3 Доказано ли в статье? 1) <u>да</u>; 2) нет Положение 7: Результаты укрупненно-лабораторных испытаний технологии модифицирования природных минералов и сорбции урана модифицированными сорбентами 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 новыми?	карбонаты щелочноземельных элементов обладают повышенными сорбционными свойствами. Проведенные исследования показали, что в процессе совместной активации природных сорбентов (цеолита или шунгита) при повышенных температурах в карбонатной среде происходят различные фазовые превращения как природных минералов, так и фосфорного шлака. Основными фазами образовавшегося композита на основе цеолита и фосфорного шлака являются анальцит, кальцит, кварц, альбит. Состав продукта на основе шунгита более многообразен. В хлоридной среде аморфная фаза фосфорного шлака частично сохраняется. Для подтверждения доказательности из списка публикаций можно привести статью: - Kenzhaliyev B., Surkova T., Berkinbayeva A., Amanzholova L., Mishra B., Abdikerim B., Yessimova D. Modification of Natural Minerals with Technogenic Raw Materials. Metals. 2022; 12(11):1907. https://doi.org/10.3390/met12111907. Scopus: Q2, percentile 76. Web of Science: Q2 - Kenzhaliyev B.K., Surkova T.Yu., Abdikerim B.E., Berkinbayeva A.N., Abikak Ye.B., Dosymbayeva Z.D. Research on sorption properties of phosphoric production slag-waste // Metallurgija. – 61. – 2021. - № 1. – P. 209-212. Croatia, Zagreb, ISSN 0543-5846, SJR IF-0,779. Scopus percentile 37, Q3. - Абдикерим Б.Е., Б.К. Кенжалиев, Т.Ю. Суркова, А.Н. Беркинбаева, З.Д. Досымбаева. Сорбция урана органоминералом на основе шунгита / Труды Сатпаевских чтений "Сатпаевские чтения - 2021" Секция «Инновационные технологии для реализации в металлургической отрасли РК». – С. 1289-1293. Положение 7: Проведенные на базе АО «ИМиО» укрупненно-лабораторные испытания показали принципиальную возможность модификации природных сорбентов (цеолитов и шунгитов) с использованием фосфорных шлаков и эффективное извлечение урана. Это открывает возможность для утилизации отходов фосфорного производства и повышения экологической безопасности промышленных процессов. Предварительный технико-экономический расчет подтвердил экономическую эффективность разработанной технологии.
--	--	---

	<u>1) да;</u> 2) нет 7.4 Уровень для применения: 1) узкий; 2) средний; <u>3) широкий</u> 7.3 Доказано ли в статье? <u>1) да;</u> 2) нет	Использованные методы исследования позволили в полном объеме решить все поставленные задачи и достичь цели. Элементы тривиальности в диссертационной работе отсутствуют. Все найденные результаты получены с помощью современных методов исследования, на поверенных установках, анализы выполнены в аккредитованных лабораториях. Основные положения, выносимые на защиту, являются новыми. Ранее подобные положения и результаты исследований по теме диссертации не были кем-либо описаны в литературе. Все положения, выносимые на защиту доказаны публикациями.
8. Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана: <u>1) да</u> 2) нет	Методология обоснована и подробно описана. Данные были получены и подтверждены с применением комплекса методов, включая XRF, XRD, термический анализ, ИК-спектроскопию, мессбауэровскую спектроскопию и минералогическое исследование. Каждый метод был подробно описан в соответствующем разделе экспериментальной части, что подтверждает корректность и научную обоснованность подхода для достижения поставленных целей.
	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	При выполнении экспериментов были использованы следующие физико-химические методы исследования: ИК-спектроскопический, химический, рентгенофлуоресцентный, рентгенофазовый, петрографический, электронномикроскопический и современное аналитическое оборудование: атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно связанной плазмой (ИСП) Optima8000DV, Квадрольный масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой, ICAP-Q «ThermoFisherScientific», ИК-Фурье спектрометр «Avatar 370», рентгенофлуоресцентный волнодисперсионный спектрометр Venus 200 «PANalytical», растровый электронный микроскоп JXA-8230 «JEOL» с анализатором, дифрактометр D8 Advance (BRUKER).
	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): <u>1) да</u>	Полученные в ходе работы выводы нашли полное экспериментальное подтверждение. Исследование позволило не только установить все существующие взаимосвязи, но и выявить закономерности, присущие полученным результатам.

	2) нет	8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u>/частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу. 8.5 Исползованные источники литературы <u>достаточно</u>/не достаточно для литературного обзора.	Результаты, полученные в ходе проведенных в диссертации исследований, находят всестороннее отражение в содержании всех разделов работы. Достоверность научных выводов подтверждается их публикацией в рецензируемых международных и отечественных научных изданиях. Сделанные в диссертации заключения находятся в согласии с выводами, полученными другими авторами по аналогичной тематике, что свидетельствует об их объективности и обоснованности. В целом, проведенное комплексное исследование и полученные его результаты не вызывают сомнений в своей достоверности. В работе приведены список литературы из 150 наименований. Приведенные источники более чем достаточны для формирования литературного обзора диссертационной работы.
9. Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение 1) да <u>2) нет</u>	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение	Диссертация имеет прикладное значение. Основной целью диссертационной работы является разработка технологии модифицирования природных минералов шунгита и цеолита с использованием техногенного сырья с получением эффективных модифицированных сорбентов для извлечения урана из гидроминерального сырья, отличающихся повышенной сорбционной емкостью и низкой себестоимостью. Теоретические исследования, представленные в диссертации послужили основой для разработки технологии получения модифицированных природных сорбентов активированных фосфорным шлаком для извлечения урана из гидроминерального сырья.
	9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике <u>1) да</u> 2) нет	9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике	Совокупность полученных в диссертационной работе результатов теоретических и экспериментальных исследований наглядно демонстрирует ее ярко выраженный практический характер и ориентацию на решение прикладных производственных задач в области сорбционного извлечения урана из гидроминерального сырья. Полученные в рамках исследования результаты обладают высоким потенциалом для практического применения, особенно с учетом относительной дешевизны исходных материалов.
	9.3 Предложения для практики являются новыми? <u>1) полностью новые;</u> 2) частично новые (новыми являются 25-75%);	9.3 Предложения для практики являются новыми?	Предложенные в работе подходы к разработке технологии получения модифицированных сорбентов на основе природного сырья для извлечения урана являются полностью новыми.

10.	10. Качество написания и оформления	3) не новые (новыми являются менее 25%) Качество академического письма: 1) высокое; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Качество академического письма довольно высокое. Диссертационная работа соответствует всем требованиям, предъявляемым к таким работам и отличается внутренним единством. Разделы диссертационной работы логически объединены и направлены на решение поставленных задач.
11.	Замечания к диссертации		1) Написано: «Актуальность оправдана доступностью исходного сырья...». Правильнее: Актуальность обусловлена потребностью в расширении сферы применения сорбционного метода утилизации ЖРО, которое сдерживается высокой стоимостью сорбентов. 2) Научная новизна работы, п.5: «Зависимость значений сорбционной емкости...». Лучше было бы написать: Установлена зависимость значений сорбционной емкости.... 3) Не отражена возможность регенерации сорбентов. 4) Рисунок 11 разбегается на две страницы и непонятно для каких точек приведены два спектра. 5) Рассчитана экономическая эффективность, но не понятно: по сравнению с чем? Судя по таблице 30 произведен неглубокий расчет себестоимости получения сорбентов. А эффективность принята, как разность цены и себестоимости? Но это есть прибыль. Правильнее было бы рассчитать ориентировочную экономическую эффективность при использовании разработанных сорбентов для утилизации ЖРО, например, АО УМЗ.
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)		Научный уровень статей докторанта соответствует теме диссертационной работы.

13.	Решение официального рецензента (согласно пункту 28 настоящего Типового положения	Диссертационная работа Әбдікерім Бекзат Ерубайұлына тему «Получение модифицированных сорбентов на основе природного сырья для извлечения урана», выполнена в полном объеме и соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертационным работам PhD, имеет новизну, актуальность и заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07204 – «Металлургическая инженерия».
-----	---	--

Кандидат технических наук,
профессор, главный научный сотрудник Центра превосходства «Veritas»
НАО «Восточно-Казахстанский технический университет (ВКТУ)
им.Д.Серикбаева»

Куленова Н.А.

Ученый секретарь ВКТУ им. Д. Серикбаева

« ____ » _____ 2025

Нурекенова Э.С.


