

Brajendra Mishra  
Kenneth G. Merriam Distinguished Professor  
Director, Materials & Manufacturing Engineering &  
Metal Processing Institute  
Director, NSF/IUCRC on Resource Recovery & Recycling  
100 Institute Road, Worcester, MA 01609, USA



WPI

May 26, 2025

## RECOMMENDATION LETTER

from the international scientific advisor regarding the dissertation of  
**Bekzat Abdikerim**  
entitled "Development of modified sorbents based on natural raw materials for  
uranium extraction,"  
submitted for the degree of Doctor of Philosophy (PhD)  
in the specialty 8D07204 – metallurgical engineering

Uranium is a critical mineral resource, as both metallic uranium and its compounds serve as nuclear fuel for power generation. Kazakhstan is the leading global producer of uranium: according to the World Nuclear Association, the country accounted for 21.8 thousand tons, or 45.1% of the world's uranium output in 2023. The sustainable and safe management of radioactive waste from uranium production demands effective and economically feasible technological solutions.

In his dissertation, Mr. Abdikerim proposes the use of natural inorganic sorbents such as zeolites and shungite for the treatment of radioactive wastewater and contaminated natural waters. While these minerals are known for their ability to remove radionuclides, they typically exhibit low sorption capacity. To enhance their performance, the author suggests modifying them with pre-activated phosphorus slag, whose main component—wollastonite—is known for its favorable sorption properties. The dissertation describes the mechanism for activating phosphorus slag in carbonate and chloride media. It was found that modification with phosphorus slag significantly improves the porous structure of the sorbents, increasing their uranium sorption capacity from 0.2 mg/g to 38 mg/g.

A key strength of the work is the originality of the proposed approach. The author developed various impregnation techniques and implemented combined modifications using polyacrylamide and organic extractants. He also investigated uranium desorption using sodium carbonate ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), achieving a desorption rate of up to 70%. A technological scheme for modifying zeolite and shungite was developed, and the practical applicability of the sorbents for uranium removal from industrial solutions was demonstrated—directly addressing issues of radiation and environmental safety.

Mr. Abdikerim has demonstrated a high level of theoretical knowledge, confidence in experimental techniques, and the ability to communicate scientific concepts clearly and persuasively. His fluency in English has enabled effective collaboration with international advisors and contributed to sound interpretation of research results. He has distinguished himself as a highly competent and responsible researcher with strong professional ethics. His intellectual curiosity, openness to collaboration, and capacity for independent research highlight his significant potential for continued academic contributions at the international level.

The dissertation presents original scientific contributions, a solid experimental foundation, and well-justified engineering solutions. The results make a valuable contribution to the advancement of uranium processing technologies.

CENTER FOR RESOURCE RECOVERY & RECYCLING

CENTER FOR HEAT TREATING EXCELLENCE

WPI

100 Institute Road, Worcester, MA 01609 USA. Email:bmishra@wpi.edu

DOCTOR OF PHILOSOPHY  
METALLURGICAL ENGINEERING  
BOKHARIN BEKZAT ABDIKERIM

In my professional opinion, the dissertation “Development of Modified Sorbents Based on Natural Raw Materials for Uranium Extraction” fully meets the standards required for the PhD degree. I strongly support awarding Mr. Bekzat Abdikerim the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Metallurgical Engineering (8D07204).

Sincerely,



**Brajendra Mishra**  
**International Scientific Advisor, Ph.D.**  
**Professor & Director, Metal Processing Institute**  
**Worcester Polytechnic Institute**  
**Worcester, MA, USA**

Браджендра Мишра  
Профессор, удостоенный почетного звания  
имени Кеннета Г. Мерриама  
Директор Института инженерии и производства  
и металлургической обработки материалов  
Директор Центра восстановления и переработки  
ресурсов в рамках программы NSF/IUCRC  
100 Институт-роуд, Вустер, Массачусетс 01609,  
США  
26 мая 2025 года



WPI

Вустерский политехнический  
институт, США

26 мая 2025г.

### ОТЗЫВ

научного консультанта на диссертационную работу Эбдікерім Бекзата Ерубайұлы  
«Получение модифицированных сорбентов на основе природного сырья для  
извлечения урана», представленную на соискание степени доктора философии PhD  
по специальности  
8D07204 – «Металлургическая инженерия»

Уран представляет собой стратегически важный минеральный ресурс, поскольку как в металлической форме, так и в виде соединений он используется в качестве ядерного топлива для производства электроэнергии. Казахстан занимает лидирующие позиции в мире по объёмам добычи урана: по данным Всемирной ядерной ассоциации, в 2023 году на долю страны пришлось 21,8 тыс. тонн, что составляет 45,1% от общего мирового объема. В этих условиях особую актуальность приобретает устойчивое и безопасное обращение с радиоактивными отходами, образующимися в процессе добычи и переработки урана, что требует внедрения эффективных и экономически целесообразных технологических решений.

В своей диссертации г-н Эбдікерім предлагает использовать природные неорганические сорбенты, такие как цеолиты и шунгит, для очистки радиоактивных сточных вод и загрязнённых природных вод. Хотя эти минералы известны своей способностью удалять радионуклиды, они, как правило, обладают низкой сорбционной ёмкостью. С целью повышения их эффективности автор предлагает модифицировать их с помощью предварительно активированного фосфорного шлака, основным компонентом которого является волластонит, известный своими благоприятными сорбционными свойствами. В диссертации раскрыт механизм активации фосфорного шлака в карбонатной и хлоридной средах. Установлено, что модификация с использованием фосфорного шлака значительно улучшает пористую структуру сорбентов, повышая их способность к сорбции урана с 0,2 мг/г до 38 мг/г.

Центр по восстановлению и переработке ресурсов  
Центр передовых технологий термической обработки  
Вустерский политехнический институт (WPI)  
100 Институт-роуд, Вустер, Массачусетс 01609, США  
Электронная почта: [bmishra@wpi.edu](mailto:bmishra@wpi.edu)  
Телефон: +1 508-831-5711 • [www.wpi.edu/+mpi](http://www.wpi.edu/+mpi)

Особо следует отметить оригинальность предложенного подхода: соискателем разработаны способы аппретирования, применено комплексное модифицирование с использованием полиакриламида и органических экстрагентов по типу твердофазных экстрагентов. Автором также исследован механизм десорбции урана с применением карбоната натрия ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), достигнута степень десорбции до 70 %, что превышает известные значения для природных сорбентов. Разработана технологическая схема была разработана технология модификации цеолита и шунгита, а также продемонстрирована практическая применимость сорбентов для удаления урана из промышленных растворов — что напрямую связано с решением задач радиационной и экологической безопасности.

Г-н Эбдікерім демонстрирует высокий уровень теоретической подготовки, уверенное владение экспериментальными методами и свободное знание английского языка, что позволило ему эффективно взаимодействовать с зарубежным научным консультантом при обсуждении и интерпретации полученных данных. Умение ясно и убедительно излагать научные идеи стало важным преимуществом в ходе нашего сотрудничества. Соискатель проявил себя как вдумчивый и ответственный исследователь с высоким уровнем профессиональной этики. Его интеллектуальная любознательность, открытость к замечаниям и способность к самостоятельной научной работе свидетельствуют о большом потенциале для дальнейшего развития на международной академической арене.

Работа отличается научной новизной, всесторонней экспериментальной базой и обоснованными инженерными решениями. Полученные результаты представляют собой вклад в развитие технологии переработки урансодержащих растворов и могут быть использованы на практике.

По моему профессиональному мнению, диссертация «Получение модифицированных сорбентов на основе природного сырья для извлечения урана» в полной мере соответствует требованиям, предъявляемым к степени PhD. Я полностью поддерживаю присуждение г-ну Бекзату Эбдікеріму учёной степени доктора философии (PhD) по специальности «Металлургия» (8D07204).

**Зарубежный научный консультант  
диссертационной работы,  
доктор PhD., профессор,  
директор Института обработки металлов,  
Вустерского политехнического института,  
г. Вустер, США**

**Б. Мишра**

Центр по восстановлению и переработке ресурсов  
Центр передовых технологий термической обработки  
Вустерский политехнический институт (WPI)  
100 Институт-роуд, Вустер, Массачусетс 01609, США  
Электронная почта: [bmishra@wpi.edu](mailto:bmishra@wpi.edu)  
Телефон: +1 508-831-5711 • [www.wpi.edu/+mpi](http://www.wpi.edu/+mpi)

Республика Казахстан, город Алматы.

Десятое июня две тысячи двадцать пятого года.

Текст-перевод документа с английского языка на русский язык выполнен переводчиком Журтыбаевой Гулназ Мухамедалиевной, второго мая тысяча девятьсот семьдесят седьмого года рождения, уроженка Алматинской области, ИИН 770502401865, переводчик ИП «Глобус» (Свидетельство о государственной регистрации серия 6004 № 0009662 от 06 января 2004 года).

Имя переводчика Журтыбаева Гулназ Мухамедалиевна

Подпись Журтыбаева

Республика Казахстан, город Алматы,

Десятое июня две тысячи двадцать пятого года.

Я, Бахытбек Жұлдыз, нотариус города Алматы, действующий на основании Государственной лицензии № 22006963 от 13.04.2022 года, выданной Министерством юстиции Республики Казахстан, свидетельствую подлинность подписи переводчика Журтыбаевой Гулназ Мухамедалиевной. Личность переводчика установлена, дееспособность и полномочия проверены. Согласно, статье 79 п.2 Закона РК «О нотариате», нотариус свидетельствует подлинность подписи переводчика, не удостоверяет фактов, изложенных в документе, а лишь подтверждает, что подпись сделана определенным лицом.



Зарегистрировано в реестре за №785

Взыскано: 118 тенге госпошлина + 1 966 тенге услуги  
технического правового характера

Нотариус

Бахытбек Жұлдыз



ST1707202250610143529R244593

Нотариаттық іс-әрекеттің бірегей нөмірі / Уникальный номер нотариального действия