

### Отзыв официального рецензента

**на диссертационную работу Эбіт Камили Ермековны на тему: «Разработка сорбционных методов ремедиации водоемов Казахстана от тяжелых металлов», представленную 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:	<p>Диссертационное исследование посвящено разработке технологии получения сорбентов из соломы растения мискантус для очистки водоемов от тяжелых металлов и применению их для очистки водных объектов. Тема диссертации соответствует одному из приоритетных направлений развития науки, утвержденным Высшей научнотехнической комиссией на 2022 - 2024 годы: «Рациональное использование водных ресурсов, животного и растительного мира, экология».</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>Диссертационная работа, направленная на получение и применение сорбентов из возобновляемого сырья, является актуальной и имеет большое практическое и экономическое значение.</p> <p>Данная работа осуществлена в рамках грантового проекта 3655/ГФ «Экономически-эффективная ремедиация пресноводных бассейнов Казахстана, загрязненных тяжелыми металлами» по приоритету «Рациональное использование природных ресурсов, переработка сырья и продукции», также является продолжением к международному проекту НАТО G 4687 «New Phytotechnology for Cleaning Contaminated Military Sites» по разработке технологии фиторемедиации загрязненных тяжелыми металлами почв Казахстана, с помощью мискантуса гигантского.</p>

2.	Важность для науки	Работа <u>вносит</u> /не вносит существенный вклад в науку, а ее важность хорошо <u>раскрыта</u> /не раскрыта	<p>Данная диссертационная работа вносит вклад в науку. Работа посвящена получению новых сорбентов на основе возобновляемого дешевого растительного сырья мискантус. Раскрыта важность и перспективность применения изучаемых материалов и сорбентов для очистки водоемов.</p>
3.	Принцип самостоятельности	<p>Уровень самостоятельности:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>Высокий</u>;</li> <li>2) Средний;</li> <li>3) Низкий;</li> <li>4) Самостоятельности нет</li> </ol>	<p>Уровень самостоятельности автора заключался в подготовке и изучении литературных данных по теме диссертации, постановке экспериментов и получении активированных углей на основе растительного сырья и исследованию их свойств, анализе, обобщении и интерпретации полученных экспериментальных данных.</p>
4.	Принцип внутреннего единства	<p>4.1 Обоснование актуальности диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>Обоснована</u>;</li> <li>2) Частично обоснована;</li> <li>3) Не обоснована.</li> </ol>	<p>Автором обоснована актуальность диссертации.</p> <p>Очистка водных объектов от поллютантов, в особенности от ионов ТМ, является одной из важнейших направлений науки. Широко развивающейся технологией по очистке сточных и природных вод от наиболее вредных компонентов – ионов тяжелых металлов является использование адсорбционных технологий на основе активированных углей. В связи с этим, поиск новых сорбентов и разработка сорбционных технологий является важным этапом в технологии восстановления загрязненной природной водной среды.</p> <p>Обоснованность и достоверность полученных результатов подтверждается данными, полученными современными экспериментальными физико-химическими методами анализа (ААС, СЭМ анализ, РФС, ИКС и др.).</p> <p>Выводы, сформулированные в диссертации, и заключение обоснованы и аргументированы экспериментальными данными. Достоверность научных результатов и сделанных на их основе выводов подтверждается публикациями в специализированных научных журналах и международных научных конференциях.</p>

		<p>4.2 Содержание диссертации отражает тему диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>Отражает</u>;</li> <li>2) Частично отражает;</li> <li>3) Не отражает</li> </ol>	<p>Диссертационная работа посвящена разработке технологии получения активированных углей на основе растительного материала, а также очистки водоема от ионов ТМ с помощью полученных сорбентов. Таким образом, содержание диссертации в полном объеме отражает тему исследования.</p>
		<p>4.3. Цель и задачи соответствуют теме диссертации:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>соответствуют</u>;</li> <li>2) частично соответствуют;</li> <li>3) не соответствуют</li> </ol>	<p>В диссертационной работе автором четко сформулированы цель и задачи исследования, которые полностью соответствуют теме диссертации.</p>
		<p>4.4 Все разделы и положения диссертации логически взаимосвязаны:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <u>полностью взаимосвязаны</u>;</li> <li>2) взаимосвязь частичная;</li> <li>3) взаимосвязь отсутствует</li> </ol>	<p>Диссертационная работа обладает внутренним единством, все разделы взаимосвязаны друг с другом, структура диссертационной работы подчинена общей логике.</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 есть</u>;</li> <li>2) анализ частичный;</li> <li>3) анализ представляет собой не собственные мнения, а цитаты других авторов</li> </ol>	<p>Предложенные автором решения аргументированы. Так, например, химический состав полученных сорбентов подтвержден методами CHNS элементного анализа и ИК спектроскопии, а также исследованы с помощью СЭМ анализа с системой анализа методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии. Для определения необходимых физико-химических свойств использовали атомно-абсорбционный спектрометр, рентгено-флуоресцентный спектрометр, УФ-спектрофотометр. Автор сопоставляет свои результаты с литературными данными и делает аргументированные, экспериментально подтвержденные заключения.</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>Научные результаты являются новыми, так как в рамках диссертационного исследования впервые получены и исследованы активированные угли из растения мискантус гигантский, выращенного в Казахстане, и предложены методы очистки водоемов с использованием полученных сорбентов.</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>Выводы диссертации являются новыми, что подтверждается публикациями в рейтинговых научных изданиях:</p> <p>1. Abit K.E., Carlsen L., Nurzhanova A.A., Nauryzbaev M.K. Activated carbons from miscanthus straw for cleaning water bodies in Kazakhstan// Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2019. – № 21. – P. 259–267.</p> <p>2. Nurzhanova A., Pidlisnyuk V., Abit K., Nurzhanov C., Kenessov B., Stefanovska T., Ericson L. Comparative assessment of using Miscanthus ×giganteus for remediation of soils contaminated by heavy metals: A case of military and mining sites// Environmental Science and Pollution Research. – 2019. – № 26. –P. 13320–13333.</p>
		<p>5.3 Технические, технологические, экономические или управленческие решения являются новыми и обоснованными:</p> <p>1) полностью новые;</p> <p>2) <u>частично новые</u> (новыми являются 25-75%);</p> <p>3) не новые (новыми являются менее 25%)</p>	<p>Решения, предложенные в рамках данного диссертационного исследования, могут лечь в основу создания оригинальных технологических решений ремедиации водоемов и других объектов, загрязненных ионами ТМ. Предложена принципиальная технологическая схема ремедиации водоемов разработанными активированными углями на основе возобновляемого растительного материала.</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>Все выводы основаны на весомых с научной точки зрения доказательствах и согласуются с литературными источниками, приведенными в диссертации.</p>
7.	Основные положения, выносимые на защиту	<p>Необходимо ответить на следующие вопросы по каждому положению в отдельности:</p> <p><i>Положение 1.</i></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>7.2 Является ли тривиальным?</p> <p>1) да;</p> <p>2) <u>нет</u></p>	<p>Положение 1. Максимальный выход угля до 29% с содержанием углерода 85% по массе для соломы растения мискантус, выращенного в Казахстане, достигается ее карбонизацией при 500 °С в течение 30 минут.</p> <p>Положение доказано. Положение вытекает из результатов проведенных экспериментов, полученных путем опытного подбора температуры и времени карбонизации. Был проведен ряд необходимых экспериментов, используя элементный анализ, СЭМ анализ, установлен состав полученных углей.</p>

		<p>7.3 Является ли новым?  1) <u>да</u>;  2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:  1) узкий;  2) средний;  3) <u>широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?  1) <u>да</u>;  2) нет</p> <p><i>Положение 2.</i></p> <p>7.1 Доказано ли положение?  1) <u>доказано</u>;  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?  1) <u>да</u>;  2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?  1) <u>да</u>;  2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:  1) узкий;  2) средний;  3) <u>широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?  1) <u>да</u>;  2) нет</p> <p><i>Положение 3.</i></p> <p>7.1 Доказано ли положение?  1) <u>доказано</u>;  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?  1) <u>да</u>;  2) <u>нет</u></p>	<p>Положение не является тривиальным, так как впервые получают активированные угли из соломы мискантуса, выращенного в Казахстане, описанным методом.</p> <p>Впервые получены активированные угли описанным способом. Уровень для применения высокий, так как исследования проведены очень качественно, с применением комплексного подхода. Данное положение отражено в статье.</p> <p>Замечаний нет.</p> <p>Положение 2. Удельная площадь поверхности сорбента <math>542 \pm 9 \text{ м}^2/\text{г}</math> с удельным объемом пор <math>0,232 \pm 0,004 \text{ см}^3/\text{г}</math> достигается методом активации углей из соломы мискантуса перегретым водяным паром при <math>800 \text{ }^\circ\text{C}</math> в течение 60 минут. Доказано, путем изучения пористости и площади поверхности полученных углей, что удельная поверхность может быть увеличена активацией водяным паром до <math>542 \pm 9 \text{ м}^2/\text{г}</math>.</p> <p>Явление увеличения площади поверхности углей активацией интерпретировано на основе ранее известных фактов, но не является тривиальным. В настоящее время активно ведутся поиски эффективных активированных углей, полученных на основе возобновляемого сырья. Таким образом, результаты могут найти широкое применение, поскольку активированные угли используются в различных областях, не только в очистке вод, но и промышленности и т.д.</p> <p>Замечаний нет.</p> <p>Положение 3. Технология получения АУ из мискантуса карбонизацией при <math>500 \text{ }^\circ\text{C}</math> в течение 30 минут и последующей активацией перегретым водяным паром при <math>800 \text{ }^\circ\text{C}</math> в течение 60 минут, позволяет получить сорбент с высокой адсорбционной способностью к ионам ТМ: до 90% ионов <math>\text{Zn}^{2+}</math>, 90 % <math>\text{Cu}^{2+}</math> и 99,8% <math>\text{Pb}^{2+}</math> в начальной концентрации 50 мг/л.</p>
--	--	---	--

		<p>7.3 Является ли новым?  1) <u>да</u>;  2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:  1) узкий;  2) средний;  3) <u>широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?  1) <u>да</u>;  2) нет</p> <p><i>Положение 4.</i></p> <p>7.1 Доказано ли положение?  1) <u>доказано</u>;  2) скорее доказано;  3) скорее не доказано;  4) не доказано</p> <p>7.2 Является ли тривиальным?  1) <u>да</u>;  2) <u>нет</u></p> <p>7.3 Является ли новым?  1) <u>да</u>;  2) нет</p> <p>7.4 Уровень для применения:  1) узкий;  2) средний;  3) <u>широкий</u></p> <p>7.5 Доказано ли в статье?  1) <u>да</u>;  2) нет</p>	<p>Довольно подробно изучены свойства предлагаемых для очистки воды активированных углей. Установлены особенности очистки воды активированными углями на основе соломы мискантуса от ионов тяжелых металлов. Полученные новые АУ показали хорошие сорбционные возможности по отношению к ионам ТМ в широком диапазоне рН. Результаты исследований позволили выявить высокую сорбционную емкость исследуемых сорбентов. Результат является новым и отражен в соответствующей статье.</p> <p>Замечаний нет.</p> <p>Положение 4. Цена АУМ, полученных по технологической схеме, включающей в себя этап карбонизации при 500 °С в течение 30 минут и этап активации перегретым водяным паром при 800 °С в течение 60 минут, составляет 73 тг за 1 кг продукции, что в 13 раз меньше, чем стоимость на рынке известных адсорбентов, таких как БАУ.</p> <p>В работе представлены технологические схемы получения активированных углей на основе сырья мискантус, а также подробный расчет стоимости активированных углей из растительного сырья мискантус. По представленным результатам полученные сорбенты являются хорошей альтернативой коммерческим углям.</p> <p>Замечаний нет.</p>
--	--	--	---

8.	Принцип достоверности Достоверность источников и предоставляемой информации	8.1 Выбор методологии - обоснован или методология достаточно подробно описана 1) <u>да</u> ; 2) нет	Методология проводимых исследования обоснована и достаточно подробно описана в диссертации. Автор проводит сравнение между структурой, составом и свойствами сорбентов. О правильности выбора методологии свидетельствуют и полученные результаты. В сочетании с новым способом получения активированных углей используются современные и информативные методы исследования. Вполне логично построена последовательность всех экспериментов. Для анализа сорбционной активности используются стандартные методики.
		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	Результаты диссертационной работы получены с использованием современных методов научных исследований. Так, в ходе анализа были применены современное оборудование, такие как атомно-адсорбционный спектрометр, сканирующий электронный микроскоп, CHNS анализатор и другие. Полученные данные обработаны методами математической статистики, показаны стандартные отклонения и доверительный интервал, применен метод сравнения с помощью компьютерной программы методом частичного порядка.
	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, модели, выявленные взаимосвязи и закономерности доказаны и подтверждены экспериментальными исследованиями. Исследовали состав и свойства полученных углей различными инструментальными методами.	
	8.4 Важные утверждения <u>подтверждены</u> /частично подтверждены/не подтверждены ссылками на актуальную и достоверную научную литературу	Важные утверждения подтверждены ссылками на актуальную литературу, в основном это качественные международные издания за последние 20 лет.	

		8.5 Использованные источники литературы <u>достаточны</u> /не достаточны для литературного обзора	Обширный список использованной литературы, включающий 217 источников, свидетельствует о проделанной большой работе по предварительному анализу исследуемой темы.
9	Принцип практической ценности	9.1 Диссертация имеет теоретическое значение: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Диссертационная работа, безусловно, имеет теоретическое значение. Было изучены активированные угли, полученные методом карбонизации с активацией водяным паром из растительного сырья мискантус. Были проведены кинетические исследования, изучены их физико-химические свойства, сорбционные свойства для установления возможности применения в качестве сорбентов для удаления ионов ТМ из водных растворов.
		9.2 Диссертация имеет практическое значение и существует высокая вероятность применения полученных результатов на практике: 1) <u>да</u> ; 2) нет	Диссертация имеет важное значение для восстановления и защиты окружающей среды, а именно водных объектов, сохранению лесных массивов и полезных ископаемых, так как направлена на разработку эффективных сорбентов, полученных на основе возобновляемого растительного сырья - мискантус гигантский. В работе показано, что полученные активированные угли, обладают необходимыми сорбционными свойствами и могут быть использованы для очистки водоемов.
		9.3 Предложения для практики являются новыми? 1) полностью новые; 2) <u>частично новые</u> (новыми являются 25-75%); 3) не новые (новыми являются менее 25%)	Предложенные в диссертации технологии получения активированных углей на основе растительного сырья мискантус, обладающих необходимыми сорбционными свойствами, и использования его для очистки водных бассейнов являются частично новыми, так как сорбционные методы очистки активированными углями из другого растительного сырья использовались на практике.



10.	Качество написания и оформления	Качество академического письма: 1) <u>высокое</u> ; 2) среднее; 3) ниже среднего; 4) низкое.	Диссертационная работа написана грамотно, научным языком, в доступном, профессиональном стиле. Есть несколько замечаний в стилистике, например: на стр.56 - «конечный продукт вода». Формулировки основных положений и выводов носят законченный исследовательский характер. Вышесказанное доказывает законченность и научную значимость представленной работы, и соответствие автора работы уровню доктора философии (PhD) по образовательной программе 6D072000 – «Химическая технология неорганических веществ».
-----	---------------------------------	--	---

Решение официального рецензента:

1) присудить степень доктора философии (PhD) по образовательной программе 6D072000– «Химическая технология неорганических веществ»

Доктор химических наук,  
 профессор кафедры химии  
 Евразийского национального университета  
 им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан



Еркасов Р.Ш.

