

## Отзыв на автореферат диссертации

### Бомбы Ильи Васильевича

«Коллоидно-химические особенности взаимодействия ионов тяжелых металлов с зоокомпостом культивирования личинок мухи *Hermetia illucens*», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности

#### 1.4.10 Коллоидная химия

Диссертационная работа посвящена изучению коллоидно-химических закономерностей иммобилизации ионов тяжелых металлов органическим сорбционным материалом – зоокомпостом, образующимся при промышленном культивировании личинок мухи *Hermetia illucens*. Направление исследований, безусловно, является актуальным и способствует решению проблемы снижения подвижности и биоаккумуляции тяжелых металлов в почвенных экосистемах с использованием доступного и возобновляемого органического отхода биотехнологического производства. Почвы представляют собой сложные полидисперсные системы с развитой коллоидной фракцией, активно взаимодействующей с ионами металлов, поэтому исследование коллоидно-химических процессов связывания  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Cd}^{2+}$  функциональными группами гуминовых веществ зоокомпоста и оценка эффективности его применения для ремедиации загрязнённых территорий является актуальной научной задачей.

Научная новизна работы заключается в том, что автором выявлены закономерности снижения подвижности ионов  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  и  $\text{Cd}^{2+}$  в загрязнённых почвенных системах, обусловленные комплексобразованием катионов с гидроксильными (–ОН) и карбоксильными (–СООН) группами гуминовых кислот зоокомпоста; установлено, что ионный обмен играет второстепенную роль по сравнению с хелатированием; получены данные, свидетельствующие о наличии коллоидно-химических закономерностей в изменении параметров двойного электрического слоя при взаимодействии зоокомпоста с ионами металлов, включая инверсию знака  $\zeta$ -потенциала при увеличении концентрации поллютантов; определены оптимальные параметры сорбции и значения максимальной сорбционной ёмкости, которые коррелируют с рядом устойчивости металл-гуматных комплексов.

Не вызывает сомнений практическая значимость работы, подтверждённая результатами вегетационных опытов, показавших снижение содержания меди в зелёной массе *Avena sativa* на 89,17% при внесении 10% зоокомпоста, а также успешной апробацией разработанной технологической схемы в полупромышленных условиях и получением патента РФ на состав искусственной почвосмеси.

Основные положения диссертации широко обсуждены и опубликованы в 13 научных работах, включая статьи в изданиях из перечня ВАК и публикацию в Scopus/Web of Science.

Замечания по автореферату диссертации:

1. В описании объектов и методов исследования (стр. 7 автореферата) не приведена характеристика почвы, взятой для модельных опытов. Не указан тип почвы, значения рН, содержание органического вещества и некоторые другие показатели. Данные параметры оказывают существенное влияние на коллоидно-химические процессы сорбции, их

отсутствие затрудняет интерпретацию полученных результатов и оценку применимости разработанного подхода к почвам иных регионов.

2. Рисунок 1, демонстрирующий микроструктуру зоокомпоста, было бы целесообразно дополнить более детальной подписью с указанием условий съемки, что является стандартной практикой при представлении результатов электронной микроскопии.

3. В автореферате указан предотвращённый эколого-экономический ущерб в размере 1,06 млн руб./га, однако не раскрыта методика его расчёта.

Представленные замечания не являются принципиальными и не снижают общую положительную оценку рецензируемой работы.

Диссертация Бомбы И.В. является научно-квалификационной работой, в которой решается научная задача изучения коллоидно-химических особенностей взаимодействия ионов тяжёлых металлов с зоокомпостом культивирования личинок мухи *Hermetia illucens*, имеющая важное теоретическое значение для развития положений коллоидной химии, а также существенное практическое значение – внедрение представленных в работе технических решений вносит значительный вклад в развитие технологий ремедиации загрязнённых почв.

Диссертационная работа соответствует требованиям п. 9 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к работам на соискание учёной степени кандидата технических наук, а её автор, Бомба Илья Васильевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 1.4.10. Коллоидная химия.

#### Отзыв составлен:

доктор технических наук по специальности  
03.02.08 – Экология (в химии и нефтехимии),  
профессор, заведующий кафедрой  
«Инженерная экология и безопасность труда»  
ФГБОУ ВО «Казанский государственный  
энергетический университет»

Николаева Лариса Андреевна

«20» апреля 2026 г.

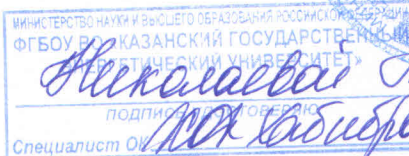
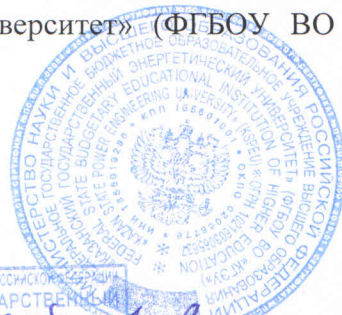
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГЭУ»)

Юридический адрес: 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51

Официальный сайт: <https://kgeu.ru>

Тел.: +7 (843) 519-42-02, +7 (843) 562-43-25

Email: [kgeu@kgeu.ru](mailto:kgeu@kgeu.ru), [Larisanik16@mail.ru](mailto:Larisanik16@mail.ru).



подпись И.А. Николаева  
Специалист ОВ И.А. Николаева