

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор федерального государственного  
бюджетного образовательного  
учреждения высшего  
профессионального образования  
«Российский государственный  
геологоразведочный университет имени  
Серго Орджоникидзе» (МГРИ-РГГРУ),  
член-корреспондент Российской  
академии образования, доктор  
экономических наук, профессор

\_\_\_\_\_ В.И.Лисов

\_\_\_\_\_ 2015 г.

#### **Отзыв ведущей организации,**

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ-РГГРУ), на диссертационную работу Москальчука Леонида Николаевича **«Научное обоснование использования твердых отходов горных предприятий путем разработки технологии получения и применения органоминеральных сорбентов для реабилитации почв, загрязненных радионуклидами»**, представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 25,00.36 -геоэкология

**1. Актуальность темы** обусловлена накоплением в результате хозяйственной деятельности ОАО «Беларуськалий» на территории Солигорского промышленного района (Республика Беларусь) огромного количества твердых отходов переработки сильвинитовой руды - галитовых отходов и глинисто-солевых шламов и необходимостью их практической утилизации (переработки). Общее количество складированных в солеотвалах и шламохранилищах данного предприятия твердых промышленных отходов (галитовые и глинисто-солевые шламы) составляет 1015,0 млн. т (по состоянию на 01.01.2014). Из вышеприведенного количества образовавшихся на ОАО «Беларуськалий» твердых промышленных отходов глинисто-

солевые шламы составляют более 104,3 млн. т. В этой связи использование данных отходов в качестве вторичного минерального ресурса (исходного сырья) и получение на их основе продуктов различного назначения представляет значительный научный и практический интерес как с экологической, так и с экономической точки зрения.

Как известно, в результате техногенной аварии на Чернобыльской АЭС имело место радиоактивное загрязнение значительных площадей сельскохозяйственных почв и территорий Республики Беларусь, Российской Федерации и Украины. Проблема дальнейшего сельскохозяйственного использования загрязненных радионуклидами почв, возвращение в сельскохозяйственный оборот временно выведенных из землепользования земель, а также получение на данных почвах нормативно безопасной сельскохозяйственной продукции являются основными научными и практическими задачами по минимизации влияния радиационного облучения на человека, которые и по настоящее время остаются весьма актуальными.

Наиболее актуальным моментом в решении данной проблемы является применение экологически безопасных методов и способов, направленных на повышение плодородия загрязненных радионуклидами почв, увеличение емкости их поглощения для снижения биологической подвижности радионуклидов за счет закрепления в почвенно-поглощающем комплексе, и, как результат, уменьшение годовых доз внутреннего облучения населения.

Выполненный автором анализ литературных данных по особенностям структуры и сорбционным свойствам различных природных минералов свидетельствует, что наиболее перспективными для иммобилизации радионуклидов цезия и стронция, а также других наиболее токсичных трансурановых элементов являются алюмосиликаты (клиноптилолит, монтмориллонит, гидробионит, вермикулит, глауконит, иллит и др.). Известно, что для иммобилизации радионуклидов и извлечения их из водных растворов наиболее перспективными материалами являются неорганические сорбенты, которые обладают повышенной механической прочностью,

химической и радиационной устойчивостью, доступностью и имеют низкую себестоимость.

Установлено, что по химическому и минералогическому составу глинисто-солевые шламы ОАО «Беларуськалий» представлены хлоридами (NaCl и KCl) в количестве 20–25%, сульфатами магния и кальция (2–5%) и глинисто-карбонатными минералами (70–80%). Данные отходы характеризуются высокой удельной поверхностью (40–45 м<sup>2</sup>/г) и значительной степенью дефектности кристаллической структуры, что обуславливает их высокую сорбционную способность.

В качестве объектов исследования автором выбраны глинисто-солевые шламы ОАО «Беларуськалий», гидролизный лигнин, природное сырье – сапропели и дерново-подзолистые почвы Республики Беларусь.

Диссертационная работа состоит из введения, общей характеристики работы, пяти глав основного материала, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка терминов, библиографического списка, приложений. Полный объем диссертации составляет 366 страниц. Работа включает 175 страниц машинописного текста, 30 иллюстраций, 87 таблиц, список использованных библиографических источников в количестве 426 наименований, список публикаций соискателя в количестве 68 наименований и 7 приложений.

Следует особо отметить строго структурированный и обширный литературный обзор по теме работы, который включает 426 ссылок цитируемой научной литературы. Приведенный обзор литературы выполнен весьма обстоятельно и достаточно детально, характеризует проблему накопления, физико-химические свойства глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий» (г. Солигорск, Республика Беларусь), перспективы и необходимость их утилизации (переработки), а также остроту и важность практического решения другой экологической проблемы Республики Беларусь – реабилитации почв, загрязненных радионуклидами в результате аварии на ЧАЭС.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 25.00.36 – геоэкология (горно-перерабатывающая промышленность); п. 3.5 – теория и методы создания экологически безопасных технологий, оборудования и материалов, подготовки и повышения качества продукции, утилизации и переработки промышленных отходов при разработке природных и техногенных месторождений и обогащении твердых полезных ископаемых.

**2. Основная научная идея работы** заключалась в научном обосновании использования твердых отходов горно-перерабатывающей промышленности (глинисто-солевые шламы ОАО «Беларуськалий») в качестве матричного материала для получения сорбентов радионуклидов, предназначенных для повышения иммобилизационной способности дерново-подзолистых почв Республики Беларуси, загрязненных радионуклидами  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

**3. Новизна результатов исследований** заключается в следующем.

В диссертационной работе впервые дано научное обоснование возможности использования глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий» в качестве матричного материала для получения органоминеральных сорбентов радионуклидов, предназначенных для реабилитации почв, загрязненных радионуклидами.

Автором впервые получены количественные данные и систематизированы сорбционные, селективные и кинетические показатели для твердых отходов горно-перерабатывающей (глинисто-солевые шламы ОАО «Беларуськалий») и химической (гидролизный лигнин) промышленности, природного минерального сырья (сапропели) и дерново-подзолистых почв в отношении радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

На основании результатов теоретических и экспериментальных исследований предложен методологический подход, позволяющий выполнить подбор исходных компонентов для получения

органоминеральных сорбентов радионуклидов на основе физико-химических свойств и характеристик материалов различного происхождения.

Впервые разработаны органоминеральные сорбенты радионуклидов на основе твердых отходов горно-перерабатывающей (глинисто-солевые шламы ОАО «Беларуськалий») и химической (гидролизный лигнин) промышленности, местного минерального сырья (сапропели) и выполнена оценка экологической эффективности их применения для снижения миграции радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в системе почва – растение.

**4. Теоретическая значимость** результатов работы заключается в научном обосновании целесообразности использования глинисто-солевых шламов в качестве матричного материала для получения органоминеральных сорбентов радионуклидов, предназначенных для иммобилизации радионуклидов цезия и стронция.

В работе приведены также данные по определению физико-химического состава, сорбционных свойств и структуры глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий» и других сорбционных материалов, которые получены для данных промышленных отходов впервые, и что имеет большое научное и практическое значение для практического решения проблемы их утилизации (переработки).

Кроме того, большое теоретическое и практическое значение для решения проблемы реабилитации загрязненных радионуклидами почв имеют выполненные автором теоретические исследования по установлению механизма миграции радионуклидов в почвах, позволившие разработать методологический подход по подбору и оценке эффективности потенциальных сорбентов (в лабораторных условиях) для иммобилизации радионуклидов  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в системе почва – почвенный раствор. Приведенные в работе математические модели представляют большой научный и практический интерес для разработки современных способов и технологий реабилитации загрязненных радионуклидами почв и оценки экологической эффективности различных реабилитационных мероприятий,

предназначенных для обеспечения радиационной безопасности населения республики, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях.

Следует заключить, что результаты диссертационной работы вносят значительный научный вклад в разработку перспективного научного направления, предусматривающего получение на основе глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий» органоминеральных сорбентов радионуклидов, предназначенных для решения проблемы реабилитации загрязненных радионуклидами почв Республики Беларусь.

### **5. Практическое значение результатов работы**

Результаты данной работы имеют большое прикладное значение в связи с особой актуальностью для Республики Беларусь и ряда других стран, производителей калийных удобрений, решения проблемы утилизации (переработки) накопившихся на территории Солигорского промышленного района твердых отходов ОАО «Беларуськалий» (глинисто-солевые шламы) и, одновременно, необходимостью решения другой острой экологической проблемы – реабилитации загрязненных радионуклидами почв Республики Беларусь с целью дальнейшего повышения радиационной безопасности населения, проживающего на загрязненных радионуклидами территориях.

Полученные Москальчуком Л.Н. теоретические и экспериментальные результаты вносят значительный вклад в развитие актуального научного направления – создание современных технологий получения на основе твердых отходов горно-перерабатывающей (глинисто-солевые шламы ОАО «Беларуськалий») и химической (гидролизный лигнин) промышленности, природного минерального сырья (сапропели) эффективных и экологически безопасных сорбентов радионуклидов, что в перспективе позволит обеспечить утилизацию (переработку) данных промышленных отходов.

Основные научные результаты и выводы, приведенные в работе, могут быть использованы следующими организациями и предприятиями:

– горно-перерабатывающей промышленности;

– ядерно-энергетического комплекса при разработке системы защитных мер и ликвидации последствий радиационных аварий;

– организациями и предприятиями, ответственными за проведение мероприятий по обеспечению радиационной безопасности населения, включая проведение реабилитации почв и других объектов окружающей среды.

Научная и техническая новизна полученных результатов защищена 2 патентами Республики Беларусь.

Автором впервые разработана технологическая схема получения на основе глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий» и других сорбционных материалов органоминеральных сорбентов радионуклидов и подготовлены рекомендации по созданию в Республике Беларусь промышленного производства данных сорбентов.

Следует отметить, что инновационный проект «Наноструктурированные сорбенты радионуклидов на основе глинисто-солевых шламов для ядерной энергетики и сельского хозяйства», подготовленный автором работы на основе результатов выполненных исследований, и который представлен в инновационный центр «Сколково» решением Экспертной коллегии (протокол № П5104 от 17.08.2015) одобрен для практической реализации в качестве участника инновационного центра «Сколково» (кластер ядерные технологии), что свидетельствует о высокой практической значимости представленной работы.

**6. Обоснованность научных положений, рекомендаций и достоверность результатов исследований** подтверждается согласованностью результатов выполненных теоретических и экспериментальных исследований, а также результатов математического моделирования, основанного на современных представлениях о строении вещества и материалов и поведении радионуклидов в объектах окружающей среды, которые не противоречат известным научным положениям. Результаты исследований базируются на экспериментально доказанных

выводах и заключениях, хорошо согласуются с результатами, полученными в данной области на национальном и международном уровне.

**7. Подтверждение опубликования основных результатов диссертации в научной печати.** Основные научные и практические результаты работы опубликованы в 68 научных статьях, в том числе монографий – 1, в реферируемых национальных и международных изданиях – 28, в сборниках материалов конференций – 12. Кроме того, результаты исследований доложены на 24 национальных и международных конференциях (с опубликованием тезисов докладов) и получено 2 патента Республики Беларусь, что соответствует п. п. 11 и 13 «Положения о порядке присуждения ученых степеней и званий». Публикации автора в национальных и известных международных научных изданиях в полной мере отражают содержание защищаемых научных положений. Публикационная активность автора работы в РИНЦ характеризуется следующими показателями: публикаций – 7, цитируемость – 12, индекс Хирша – 1.

#### **8. Замечания и предложения.**

К диссертационной работе имеются следующие замечания:

##### **Глава 1**

1. Описание физического метода (глава 1, раздел 1.4.1) необходимо исключить из описания, в связи с тем, что он не относится к способам реабилитации почв, загрязненных радионуклидами.

##### **Глава 2**

2. В разделе 2.1 отсутствуют данные о глубине залегания сапропелей в исследуемых озерах, которые определяют экономическую целесообразность и технологическую возможность их добычи.

3. В работе не приведен минералогический состав образцов сапропелей исследуемых озер (раздел 2.1), как это сделано для глинисто-солевых шламов.

4. В разделе 2.2 данной главы недостаточно полно охарактеризованы существующие условия хранения глинисто-солевых шламов и техническое

состояние шламохранилищ ОАО «Беларуськалий», которые определяют их техногенную опасность для окружающей среды.

### **Глава 3**

5. Обработку экспериментальных данных по кинетике сорбции радиостронция ( $^{90}\text{Sr}$ ) на бинарной смеси БС 1-1 (глава 3, подраздел 3.2.2) следовало привести в координатах « $\ln(1-F)-t$ » для более наглядного показа, что процесс сорбции  $^{90}\text{Sr}$  на БС 1-1 осуществляется в несколько стадий (на различных типах сорбционных центров), как это сделано в главе 2 для исследуемых образцов (сапропелей и гидролизного лигнина).

### **Глава 4**

6. В главе 4 для большей наглядности необходимо привести таблицу и показать, как различные способы реабилитации оказывают влияние на снижение перехода радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в растения.

### **Глава 5**

7. В работе (глава 5, раздел 5.3 и 5.5) получено выражение, которое позволяет выполнить количественную оценку снижения миграции радионуклидов  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в растение и показана его применимость для вегетационных опытов. Автору работы следовало привести данные насколько различаются расчетные и экспериментальные данные для полевых опытов так как в литературе имеются данные по использованию различных видов сорбентов для снижения миграции радионуклидов в системе почва – растение в полевых условиях.

8. В главе 5 (раздел 5.7) и приложениях (Б, Е), относящихся к практическому внедрению результатов работы не прослеживается стратегия практического внедрения полученных результатов. Автору работы необходимо разработать стратегию практического применения результатов работы.

Следует подчеркнуть, что указанные замечания не оказывают принципиального влияния на общую положительную оценку

рассматриваемой диссертации, а носит характер пожеланий и рекомендаций на будущее.

Оценивая диссертационную работу в целом, необходимо подчеркнуть ее важное научно-методическое и прикладное значение.

**9. Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней.**

Автором работы получены значимые для науки теоретические и практические результаты, имеющие определяющее значение для решения проблемы утилизации (переработки) глинисто-солевых шламов ОАО «Беларуськалий» (г. Солигорск, Минская область, Республика Беларусь) и проведения реабилитации радиоактивно загрязненных почв Республики Беларусь и других стран.

Диссертационная работа Москальчука Л.Н. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, в которой решена актуальная научная задача – дано научное обоснование использования твердых отходов ОАО «Беларуськалий» (глинисто-солевые шламы) в качестве матричного материала для получения сорбентов радионуклидов.

Диссертационная работа Москальчука Л.Н. имеет не только большое научное значение, но, одновременно, представляет большой практический интерес. Следует отметить широкую практическую апробацию представленной работы на национальном и международном уровне, что свидетельствует об актуальности темы, которой предусматривается решение проблемы утилизации (переработки) глинисто-солевых шламов с целью дальнейшего использования полученных органоминеральных сорбентов для минимизации последствий радиационной аварии на ЧАЭС.

Автореферат и публикации соискателя в полной мере отражают наиболее существенные положения и выводы диссертации. Работа написана грамотным научным языком и оформлена в соответствии с требованиями ВАК РФ. В диссертации отсутствуют заимствованные материалы без ссылок

на авторов и источники заимствования, результаты научных работ, выполненных в соавторстве, без ссылок на соавторов.

С учетом вышеизложенного, можно заключить, что докторская диссертация Москальчука Л.Н. «Научное обоснование использования твердых отходов горных предприятий путем разработки технологии получения и применения органоминеральных сорбентов для реабилитации почв, загрязненных радионуклидами» по своему теоретическому уровню, научной новизне и практической значимости соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней и званий», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор - Москальчук Леонид Николаевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 25.00.36 - геоэкология.

Диссертация, автореферат и отзыв рассмотрены и одобрены на заседании кафедры техносферной безопасности Российского государственного геологоразведочного университета.

Протокол № 8/15 от «29» сентября 2015 г. Присутствовали 12 из 12 членов кафедры техносферной безопасности и 3 приглашенных с кафедры геофизики и 2 приглашенных с кафедры экологии и природопользования. Результаты голосования: «за» - 17, «против» - нет, воздержавшихся - нет.

**Председатель заседания:**  
заведующая кафедрой  
техносферной безопасности  
Российского  
государственного  
геологоразведочного  
университета имени Серго  
Орджоникидзе, доктор  
геолого-минералогических наук,  
доцент

" " "  
aaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaaa"

ëaaaì "aaaaaaaaaaaaaaaa4237" 0

Профессор кафедры геофизики  
Российского государственного  
геологоразведочного  
университета имени Серго  
Орджоникидзе,  
доктор технических наук,  
профессор

Бондаренко Владимир Михайлович

---

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

**Секретарь заседания:**

доцент кафедры техносферной  
безопасности  
Российского государственного  
геологоразведочного  
университета имени Серго  
Орджоникидзе, кандидат  
технических наук

Брылов Дмитрий Сергеевич

---

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2015 г.

Сведения о ведущей организации.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования «Российский государственный  
геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе» (МГРИ-  
РГГРУ): 117997, Москва, ул. Миклухо-Маклая д.23. Телефон: (495) 433-62-56  
e-mail: [office@mgri-rggru.ru](mailto:office@mgri-rggru.ru)