

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Тиллозоды Хакима Ибрагима на тему: «Роль химических процессов в миграции радионуклидов и тяжелых металлов в экосистемах (в условиях Таджикистана)» представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям: 02.00.00 – Химия (02.00.01 – неорганическая химия) и 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – технические науки)

Актуальность избранной темы диссертации.

Качество и использование водных ресурсов сыграли ключевую роль в развитии человечества. Даже страны с большими запасами воды сталкиваются с проблемами её использования, поскольку многие источники оказываются непригодными из-за загрязнения. Вопросы загрязнения, дефицита и неэффективного использования воды остаются актуальными и для многих развитых государств. Миграция радионуклидов и тяжёлых металлов из радиоактивных хвостохранилищ в водных экосистемах загрязнённых радионуклидами территорий представляет серьёзную угрозу, как для окружающей среды, так и для человека, поскольку эти вещества могут значительно распространяться за пределы зон загрязнения. При этом, форма нахождения радиоактивных и тяжёлых элементов существенно влияет на характер их миграции.

Актуальность работы Тиллозода Х.И. определяется недостаточной изученностью темы, как на экспериментальном, так и на теоретическом уровне по вопросу о миграции радионуклидов и тяжелых металлов в экосистеме на территории Северного Таджикистана. Важность указанной темы ещё обусловлена тем, что на территории Таджикистана расположены 10 радиоактивных хвостохранилищ с объемом более 55 млн. тонн отходов. Они были образованы в результате действия антропогенных факторов переработки урановых руд в указанном регионе в последние 60 лет прошлого столетия.

Общие принципы построения и структура работы.

Диссертационная работа состоит из введения, семи глав, выводов и приложения, изложена на 370 страницах компьютерного набора, включает 84 рисунков, 85 таблиц, 457 библиографических наименований.

Во *введении* диссертантом обосновывается актуальность исследования, поставлены цели и задачи, отражена научная новизна и практическая

значимость работы, перечислены основные положения, выносимые на защиту.

В главе 1 представлен обзор литературных данных, посвященных основным факторам радиационного загрязнения экосистемы на территории Северного Таджикистана. Указаны основные источники радиационного загрязнения, а также формы нахождения радионуклидов в почве, растений и в водных растворах. Показаны ионнообменные переходы тяжелых металлов в системах «почва-вода» и «вода – донные отложения». Дана физико-химическая характеристика источников поступающих естественных радионуклидов в биосфере. Исследована миграция радионуклидов и тяжелых металлов в экосистемах, которые позволяют выявить механизмы переноса химических веществ посредством процессов растворения, диффузии, фильтрации и переноса с водой. Обобщены сведения о миграционных характеристиках природных радионуклидов. Радиоэкологическая безопасность хвостохранилища и его техническое обеспечение. Данная глава заканчивается постановкой задач и заключения.

В главе 2 приведены данные по химическому исследованию миграции неорганических соединений в экосистеме в пределах Северного Таджикистана. В проведенных исследованиях использовались методы спектрофотометрии атомной абсорбции для определения катионов металла и метод ионной хроматографии для определения основных анионов: Cl^- , SO_4^{2-} в растениях и почв.

Значительный научный интерес представляет изучению диссертантом протеканий химических миграции радионуклидов и тяжелых металлов в объектах окружающей среде.

Автором отмечено, что поступление радионуклидов в водные объекты Согдийской области происходит в результате растворения остатков радионуклидов и тяжелых металлов имеющихся в хвостовых отходах и их миграции по руслу ручьев, где наблюдаются загрязнения радионуклидами отдельных участков местностей.

На основе полученных результатов исследований Тиллозоды Х.И. показаны что, степень выведения радионуклидов из водного потока определяется как физико-химическими, так свойствами отдельных радионуклидов в отношении сорбции-десорбции в системе «Вода - взвешенное вещество» и «Вода - донное отложение», так и сорбционными свойствами взвесей и донных отложений.

В главе 3 приведены результаты исследования загрязнения почвы и растений на территории размещенные хвостохранилищ радиоактивных отходов с радионуклидами на территории Таджикистана. Описаны методы

исследования и аппаратного обеспечения измерения радиации и ОА радона с применением, гамма- бета- спектрометров. Основной вклад в дополнительную дозу облучения, получаемую населением, проживающим вблизи радиоактивных хвостохранилищ, в т.ч. Дигмайского хвостохранилище, отвалов и карьера г. Истиклол, вносят внешнее облучение во время пребывания на территории отвалов ФБР и хвостохранилищ и внутреннее облучение за счет употребления загрязнённой ЕРН воды.

Установлено повышение содержания радионуклидов и ТМ в почве и растений. Были отобраны пробы полыни (*Artemisia Sogdiana*) и использовался как основной биологический индикатор загрязнения почвы ТМ и радионуклидами. Подтверждено, что загрязнение различных растений ураном и тяжелыми металлами зависят от природы металла и его концентрации ионов в водном растворе почвы.

Проведена последовательная экстракция радионуклидов типа U с твёрдыми и жидкими фазами в зависимости от ионообмена и доступности радионуклидов в процессе кислотного и основного выщелачивания. Определено, что ионы уран также подвижны в почве хвостохранилища. Автор утверждает что, для всех участков будет считаться легкообмениваемыми ионами ТМ в почве и растений находясь в этом доступном для переноса в экосистеме.

В главе 4 приведены методика исследования и отбора проб воды динамики загрязнения поверхностных и подземных вод вокруг Дигмайского хвостохранилища и хвостохранилищ в г.Истиклоле, также изучены качества родниковых вод вокруг горного массива Моголтау, воды реки Сырдарьи в пределах Таджикистана.

В главе 5 исследованы содержание радона и дочерних продуктов распада в различных средах, радиационная ситуация на территории Дигмайского хвостохранилища и управление экологической безопасностью и оценка качества жизни населения.

В главе 6 рассматривается моделирование радона в различных экологических средах Дигмайском хвостохранилище и математическое моделирование фильтрации воды и миграция элементов загрязнителей в Дигмайском хвостохранилище, рассчитана нормативная модель распространения радиоактивного загрязнения в атмосфере и седьмая глава заканчивается обсуждением результатов.

Степень обоснованности и достоверности основных результатов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.

Достоверность результатов исследований обеспечена применением современных приборов и установок, их достаточной воспроизводимостью и сравнением результатов с данными других авторов.

По результатам исследований автором даны ряд практических рекомендаций, направленных на снижение негативного воздействия миграции водных радионуклидов и ТМ, в частности, дана рекомендация по сооружению грунтового покрытия на поверхности Дигмайского хвостохранилища.

Также, для Табошарского промышленного участка, Тиллозода Х.И. рекомендовано восстановить надежность поверхностного покрытия хвостохранилищ и отвалов остатков рудных материалов, а также решить вопрос с очисткой дренажных вод или создание альтернативной системы сооружений по снабжению населения чистой водой.

Научная новизна работы. Ряд выводов диссертанта, имеют научную новизну по исследуемой тематике диссертации:

-Диссертантом выявлены химическая миграция радионуклидов и ионов тяжелых металлов в экосистеме зафиксированы коэффициенты биологического поглощения в системе «хвостохранилище-почва-растение» для мониторинговых объектов.

- Получена достоверная информация о степени химического загрязнения участков почвы и растительности в районе хранилищ радиоактивных отходов.

- Определён принципы управления радиоэкологического мониторинга и перечень основных загрязняющих химических элементов и их поведение.

-Выявлены факторы физиологического действия, составляющие процессы жизнеобеспечения растительности и концентрации химических элементов, происходящее избирательно во внутривидовом сообществе.

- Определены контуры границ со степенью загрязнения поверхностных и подземных вод, с определением фактических уровней химических процессов загрязнения техногенных ареалов.

- Исследованы и получены данные о процессах диффузии радона в нескольких примерах с различным гранулометрическим составом и конкретным гранулометрическим содержанием частиц с использованием нейтральной почвы.

- Получены сведения о степени загрязнения водных систем как с химической, так и экологической точек зрения, позволившие установить, что источником радиоактивного загрязнения прилегающих территорий и сети водотоков являются отходы уранодобывающих предприятий, в особенности незахороненные объекты.

- Разработаны концептуальные основы модели и предложены способы безопасного управления радиоактивными отходами уранового производства на территории Таджикистана.

Практическая значимость работы.

Автором выявлены миграционные потоки элементов (радионуклидов и ионов тяжелых металлов), представляющие опасность для здоровья людей и окружающей среды и даны практические рекомендации по их уменьшению до фонового уровня.

Полученные Тиллозоды Х.И. результаты исследования выявлены механизмы протекания химических процессов миграции радионуклидов и тяжелых металлов в экосистеме, создана эталонной сети для радиационно-экологического мониторинга загрязненных территорий, получены новые данные для применения по разработке и реализации проектов, использования хвостохранилищ и восстановления загрязненных территорий Таджикистана.

Экспериментальная часть выполнена на высоком профессиональном уровне. Для работы были использованы современные методы физико-химического анализа. Достоверность результатов исследований не вызывает сомнения, и содержание объектов окружающей среды доказаны с помощью РФА, ААС, химического метода анализа и т.д.

Полнота изложения материалов диссертации отражена в 118 печатных работах, в том числе: 26 статей в научных журналах, рекомендованных ВАК РФ и 86 тезисов докладов на научно-практических конференциях.

Диссертация Тиллозода Хакима Ибрагима соответствует *паспорту специальностям* 02.00.00 – Химия (02.00.01 – неорганическая химия) и 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – технические науки).

При общем высоком уровне выполненных работ и детальное ознакомление с авторефератом и диссертации позволяет высказать следующие замечание по диссертационной работе:

1. В работе не показаны погрешности измерений и пределы обнаружений (постоянство скоростей, термодинамических величин).

2. Чем обусловлен Ваш выбор метода по ГОСТ Р51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб» и ГОСТ Р51593-2000 «Вода питьевая. Отбор проб». – М.: Стандарт, 2008. Это российский стандарт: есть какие-то преимущества данного стандарта?

3. Важное значение при изучении экосистем, в частности по вопросу миграции радионуклидов и тяжелых металлов в водной среде имеет изучение отношений в под системе «хвостохранилища-почва-подземные воды». Однако в диссертационной работе данное направление не освещено.

4. Было бы лучше, если соискатель привел технико-экономические расчеты и показатели разработанной технологии очистки воды.

5. Что даёт расчет суммарного выброса радона с поверхности хвостохранилищ?

Вышеперечисленные замечание не затрагивают основных научных достижений выносимых на защиту, теоретических и экспериментальных исследований и не снижают ценности диссертационной работы.

Заключение

Диссертационная работа Тиллозода Хакима Ибрагима на тему: «Роль химических процессов в миграции радионуклидов и тяжелых металлов в экосистемах (в условиях Таджикистана)», является законченной научно-исследовательской работой. Публикации автора в целом правильно отражают содержание диссертационной работы, которые опубликованы в ведущих научных рецензируемых журналах. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Диссертационная работа Тиллозода Хакима Ибрагима соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Республики Таджикистан №267 от 30.06.21г. предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук. Автор диссертационной работы Тиллозода Хакима Ибрагима заслуживает присуждения степени доктора технических наук по специальностям: 02.00.00 – Химия (02.00.01 – неорганическая химия) и 03.02.08 – Экология (03.02.08.04 – технические науки).

Официальный оппонент:

доктор технических наук, доцент,
ректор Института энергетики
Таджикистана

Исозода Диловаршох Тарик

Адрес: 735162, Хатлонская область, район Кушониён, ул. Н. Хусрава 73
Тел: 550-44-64-64 (моб)
E-mail: isoev-d@mail.ru

Подпись д.т.н., доцента **Исозода Д.Т.** подтверждаю

Начальник ОК и специальных работ
Института энергетики Таджикистана



Каримов З.А.

«10» ноябрь 2025г