

## АННОТАЦИЯ

Диссертации на соискание степени доктора  
философии (PhD)  
6D060800 – Экология

### **Мурзалимова Асель Кабдыгалиевна**

Мониторинг радиоэкологического воздействия ионизирующего излучения с использованием геоинформационных систем (на примере зимовок Сарапан и Жанан)

**Актуальность темы.** На протяжении многих лет на территории Семипалатинского испытательного полигона (СИП) проводились наземные, воздушные и подземные испытания ядерных устройств. Территория испытаний была загрязнена ядерными материалами, продуктами деления ядер, а также радионуклидами наведенной активности.

После закрытия полигона в 1991 году на нем возникли поселения, и на территории полигона начали пастись стада лошадей и овец. Защита окружающей среды, особенно населения, от воздействия остаточной радиоактивности является главной задачей в решении проблем полигона. Необходимо провести дополнительные работы по оценке последствий радионуклидного загрязнения СИП с последующей выработкой рекомендаций по использованию земель с точки зрения радиационной безопасности. Это создает необходимость научной разработки и практической реализации методов и подходов, обеспечивающих оценку степени воздействия радиоактивного загрязнения почвенно-растительного покрова на проживающее население.

Наиболее подходящим подходом для решения этих задач является проведение радиоэкологического мониторинга территории СИП. Основная задача радиоэкологического мониторинга – создание единого информационного пространства, которое может быть сформировано на основе использования современных геоинформационных технологий. Большой объем информации, присущий экологическим исследованиям, часто из-за сложности восприятия и комплексного характера не может помочь решить проблему без привязки к географической карте.

Интеграционный характер географических информационных систем (ГИС) позволяет создать на их основе мощный инструмент для сбора, хранения, систематизации, анализа и представления информации. Применение ГИС для анализа радиоэкологических процессов на радиоактивно загрязненных территориях в местах проведения ядерных испытаний позволяет эффективно обрабатывать большой объем информации, необходимой для решения проблем, связанных с реабилитацией загрязненных территорий. Развитие персональных компьютеров, локальных и глобальных сетей передачи данных, ГИС и других используемых информационных технологий создает потенциальную возможность для внедрения информационно-аналитических систем экологического

мониторинга, предназначенных для поддержки принятия решений в области анализа радиоэкологической ситуации и экологического управления.

Необходимость принятия конкретных управленческих решений по улучшению радиационной обстановки территории полигона и охраны здоровья населения определила актуальность диссертационной работы.

**Цель работы:** проведение радиоэкологического мониторинга зимовок Сарапан и Жанан, расположенных на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона, с применением геоинформационных систем, необходимых для эффективного использования земель и принятия управленческих решений.

Для достижения данной цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Разработка и реализация структуры информационно-аналитического блока системы радиоэкологического мониторинга зимовок Сарапан и Жанан, расположенных на территории бывшего Семипалатинского испытательного полигона;

2. Определение пространственного распределения радионуклидов в почве зимовок, расположенных вблизи «Атомного озера»;

3. Исследование параметров вертикального распределения радионуклидов в почвах зимовок в районе «Атомного озера»;

4. Изучение показателей накопления радионуклидов в системе «почва-растение», проведение элементного анализа растительности, произрастающей вблизи «Атомного озера».

**Объект исследования.** Объекты исследования – почва и растительный покров зимовок, расположенных вблизи «Атомного озера» на территории бывшего СИП.

**Методы исследования.** В диссертационной работе использованы системный анализ, математическое моделирование, теория информационных систем и процессов, теория принятия решений, имитационные и вещественные эксперименты. Удельная активность радионуклидов определялась  $\alpha$ ,  $\gamma$  - спектрометром, элементный анализ – методом масс-спектрометрии. Для обработки данных использовались стандартные статистические пакеты Microsoft Access 2019, Excel 2019, Statistica 11, а также программное обеспечение Golden Surfer 11 и ArcGIS.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- Разработка и реализация структуры информационно-аналитического блока системы радиоэкологического мониторинга зимовок Сарапан и Жанан, расположенных на территории бывшего СИП.

- Изученные почвы отличаются повышенной удельной радиоактивностью  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ . В пробах почв вблизи «Атомного озера» значения активности радионуклидов варьируют в широких пределах. Пространственное распределение радионуклидов в почвах района «Атомного озера» носит неравномерный характер.

- Исследованы параметры вертикального распределения радионуклидов в почвах зимовок на территории «Атомного озера». Для изученных

радионуклидов наблюдается концентрация активности в поверхностном слое 0-5 см основного грунта и снижение активности на глубине 15-20 см.

- Получен ряд радионуклидов по их способности к накоплению растениями из почв изученной территории:  $^{90}\text{Sr} > ^{137}\text{Cs} > ^{239+240}\text{Pu} > ^{241}\text{Am}$ . Данные по накоплению радионуклидов растениями на территории вблизи «Атомного озера» свидетельствуют об их низкой доступности для растений.

#### **Описание основных результатов исследования:**

1. Выбрана эффективная структура информационно-аналитического блока системы радиоэкологического мониторинга зимовок Сарапан и Жанан, расположенных на территории бывшего СИП. Применение предложенной схемы проведения радиоэкологического мониторинга на исследуемой территории осуществлялось с использованием доступных и эффективных программных комплексов Microsoft Access, Excel, Statistica и программных обеспечении Golden Surfer 11 и ArcGIS.

Microsoft Access, Excel использовались для объединения информации о координатах отобранных образцов и проведенных лабораторных анализах. Golden Surfer 11 применялся для создания интерактивных картографических диаграмм рассеяния радиоактивного загрязнения в зависимости от поставленных целей. Интерполяция результатов исследований проводилась методами Kriging и Natural Neighbor.

Стандартные статистические пакеты Statistica 11 использовались для расчета и обработки статистических данных о коэффициентах перехода в системе «почва-растение» и вертикальной миграции радионуклидов в почве. По результатам полевых исследований зимовок Сарапан и Жанан, расположенных на территории СИП, создана экологическая база данных.

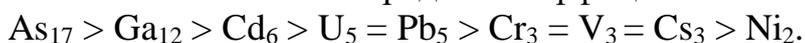
2. С глубиной отбора проб в светло- и темно-каштановых почвах наблюдалось снижение значений емкости поглощения катионов, количественных показателей подвижных катионов и процентного содержания гумуса. Гранулометрический анализ показал, что почвы исследуемой территории характеризовались преобладанием крупнозернистых и мелкозернистых фракций, составляющих около 41% массы почвы. Установлено, что загрязнение зимовок вокруг «Атомного озера» носит неравномерный характер ( $^{137}\text{Cs}$  от 6,4 до 4500 Бк/кг,  $^{90}\text{Sr}$  от 8 до 4300 Бк/кг,  $^{241}\text{Am}$  от 1 до 350 Бк/кг,  $^{239+240}\text{Pu}$  от 7 до 1800 Бк/кг). Выявлены особенности пространственного распределения радионуклидов на территории зимовок вблизи «Атомного озера».

3. Для изученных радионуклидов наблюдалось резкое снижение удельной радиоактивности  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$  на глубине 15-20 см, при этом основная часть активности сосредоточена в поверхностном слое почвы на 0-5 см.

4. В растениях, отобранных вблизи «Атомного озера», коэффициенты накопления радионуклидов изменяются в нешироких пределах (0,01-0,08). Небольшое значение коэффициентов накопления показало слабую активность перемещения радионуклидов в почве и, соответственно, низкую аккумуляцию в растениях. Получен ряд радионуклидов по способности к

накоплению в растениях из почв исследуемой территории:  $^{90}\text{Sr} > ^{137}\text{Cs} > ^{239+240}\text{Pu} > ^{241}\text{Am}$ .

Проведен элементный анализ растительного покрова, произрастающей вблизи «Атомного озера». Установлено, что концентрация элементов в сухой фитомассе распределена неравномерно. Из изученных растений наблюдалось накопление таких элементов, как Ni, Cs, V, Cr, Pb, U, Cd, Ga и As. Установлен геохимический ряд по коэффициентам накопления:



Корреляционный анализ показал высокий уровень взаимодействия элементов в растительном покрове. Полученные количественные характеристики радиоактивного загрязнения и параметры миграции радионуклидов в системе «почва-растение» позволили оценить радиационную обстановку и охарактеризовать территорию СИП.

#### **Обоснование новизны и важности полученных результатов:**

Разработан подход к созданию информационно-аналитических систем радиоэкологического мониторинга, которые являются теоретической базой для подготовки соответствующего программного обеспечения, а также могут быть использованы при разработке таких систем для территории бывшего СИП и других техногенных объектов.

Определены особенности пространственного распределения и параметры вертикальной миграции радионуклидов в почвах вблизи «Атомного озера».

Определены параметры накопления радионуклидов в системе «почва-растение» вблизи «Атомного озера».

Впервые создана экологическая база данных по результатам полевых исследований зимовок Сарапан и Жанан, расположенных на территории бывшего СИП.

Результаты радиоэкологического мониторинга зимовок Сарапан и Жанан, расположенных на территории бывшего СИП, могут быть использованы в научно-исследовательских работах по вопросам охраны окружающей природной среды.

**Личный вклад автора** заключается в постановке и проведении экспериментов, разработке структуры информационно-аналитического блока системы комплексного радиоэкологического мониторинга, создании блок-схемы использования программных продуктов в системе радиоэкологического мониторинга и их применении при обработке результатов, обобщении полученных данных путем написания статей.

**Апробация работы.** Основные результаты работы и отдельные положения представлены на международной конференции «III Международный конгресс молодых ученых по вопросам устойчивого развития», Москва, 30 июня, 2017 г.; VII Международный студенческий форум «Зеленый мост из поколения в поколение», Алматы, 9-10 апреля 2018 г.; Международная научная конференция студентов и молодых ученых «Фараби әлемі», Алматы, 2-12 апреля 2019 г.

**Связь с научно-исследовательской работой и государственными программами.** Тема «Мониторинг радиоэкологического воздействия ионизирующих излучений с применением геоинформационных систем (на примере зимовок Сарапан и Жанан)» представленной на защиту диссертации выполнена в рамках решения одной из актуальных экологических проблем Абайской области (экологическое состояние территорий бывшего СИП).

**Публикации.** Основные научные результаты диссертационной работы опубликованы в 8 печатных работах, в том числе 1 статья, входящая в базу данных Scopus, 3 статьи в изданиях, рекомендованных комитетом по контролю в сфере образования и науки Республики Казахстан, и материалах международных научно-практических конференций.

**Структура и объем работ.** Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и 206 источников списка использованной литературы, содержит 132 страницу, 44 рисунков и 13 таблиц.