

КОСМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РАДИОАКТИВНЫХ ВЫПАДЕНИЙ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

с учётом климатических факторов

Зейналов И. М.

Научная концепция планируемого исследования · 2026



Актуальность и научная проблема

Атмосферный перенос

Влажное выпадение

Пространственная оценка

Перенос аэрозольных частиц зависит от ветра, устойчивости атмосферы и структуры пограничного слоя.

Осадки могут удалять аэрозоли из атмосферы и влиять на неоднородность выпадений [1, 2].

Для Азербайджана требуется объединить спутниковые, метеорологические и наземные данные.

Ключевая проблема

Как оценить потенциальные условия переноса и выпадения радионуклидов, не смешивая косвенные спутниковые индикаторы с прямыми измерениями радиоактивности?

Принципиальное ограничение: спутниковые продукты характеризуют атмосферные условия, но сами по себе не измеряют активность ^{137}Cs и ^{90}Sr .

Цель и задачи исследования

Цель

Разработать комплексный подход к оценке потенциальных зон радиоактивных выпадений в Азербайджане с учётом климатических и географических факторов.

Собрать и согласовать доступные спутниковые, метеорологические и наземные данные.

Оценить роль ветра, атмосферной устойчивости, пограничного слоя и осадков.

Рассмотреть моделирование переноса и осаждения примесей.

Создать ГИС-модель потенциальной пространственной уязвимости.

Проверить оценки по доступным радиометрическим и независимым данным.

Исходные данные и анализируемые факторы

Спутниковые данные

Метеорологические данные

- Аэрозольная оптическая толщина (например, MODIS) • Облачность и температура поверхности • Спутниковые оценки осадков
- ERA5 и доступные наблюдения • Скорость и направление ветра • Температура, влажность, устойчивость атмосферы • Высота пограничного слоя

Географические характеристики

Наземные данные

- Рельеф и высота местности • Тип подстилающей поверхности • Гидрография и особенности землепользования
- Доступные измерения активности радионуклидов • Радиометрические обследования и лабораторные анализы • Данные для независимой проверки

^{137}Cs и ^{90}Sr рассматриваются как целевые радионуклиды; их активность нельзя надёжно вывести только из аэрозольной оптической толщины.

Предлагаемая методическая схема

Сбор данных

Предобработка

Анализ переноса

ГИС-интеграция

Проверка

Спутники • ERA5 • наземные наблюдения

Согласование времени, координат и качества

Метеорологические факторы • HYSPLIT

Рельеф • поверхность • зоны потенциального выпадения

Сопоставление с доступными измерениями

Машинное обучение рассматривается как дополнительный инструмент анализа взаимосвязей при наличии достаточных и качественных обучающих данных.

HYSPLIT — планируемый инструмент моделирования атмосферного переноса, а не подтверждение уже выполненных расчётов [5].

Ожидаемые результаты и ограничения

Ожидаемые результаты

Ограничения и условия

- Методическая схема объединения разнородных данных • ГИС-оценка потенциальных зон выпадения • Определение факторов, требующих дальнейшей проверки • Рекомендации для спутниково-наземного мониторинга
- Доступность радиометрических данных может быть ограничена • Спутниковые показатели не являются прямыми измерениями радионуклидов • Выводы будут зависеть от качества входных данных и валидации

Как интерпретировать карту

Если измерений активности недостаточно, карта будет отражать потенциальную пространственную уязвимость и условия переноса, а не подтверждённое загрязнение территории.

Результаты исследования не предполагаются заранее: они будут сформированы после сбора данных, моделирования и проверки.

Научная и практическая значимость

Исследование направлено на разработку воспроизводимого подхода, который объединяет дистанционные наблюдения, метеорологические поля, моделирование атмосферного переноса и наземную проверку.

Научная

Методическая

Прикладная

Комплексный анализ климатических факторов и переноса

Согласование спутниковых, модельных и наземных данных

Основа для планирования интегрированного мониторинга

Ключевой результат на данном этапе — научно обоснованный план исследования, а не карта уже установленного загрязнения.

Основные источники

- [1] Perevolotskii A. N., Perevolotskaya T. V. Evaluation of the Radionuclide Fallout Density on the Earth's Surface in Different Variants of the Calculation of the Meteorological Dilution Parameters. Atomic Energy. 2019;126(5):320–325. doi:10.1007/s10512-019-00557-7.
- [2] Kryshev I. I. et al. Radioactivity Monitoring of the Surface Air Layer and Atmospheric Fallout Near NPP. Atomic Energy. 2019;126(4):264–271. doi:10.1007/s10512-019-00548-8.
- [3] Remer L. A. et al. Global Aerosol Climatology from the MODIS Satellite Sensors. J. Geophys. Res. Atmos. 2008;113:D14S07. doi:10.1029/2007JD009661.
- [4] Hersbach H. et al. The ERA5 Global Reanalysis. Q. J. R. Meteorol. Soc. 2020;146(730):1999–2049. doi:10.1002/qj.3803.
- [5] Stein A. F. et al. NOAA's HYSPLIT Atmospheric Transport and Dispersion Modeling System. Bull. Amer. Meteor. Soc. 2015;96(12):2059–2077. doi:10.1175/BAMS-D-14-00110.1.

Ссылки обосновывают выбор данных и методов; собственные результаты будут получены в ходе будущего исследования.