

КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РАССЕЯНИЯ НЕЙТРОНОВ В ИССЛЕДОВАНИИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД (РНИКС-2025)

• → • → • Томск, 29 сентября – 3 октября 2025 г.

НОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ТОМОГРАФИИ

Б. А. Бакиров

Лаборатория нейтронной физики им. И.М. Франка, Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия

*E-mail: bulatbakirov@jinr.ru

Методы рентгеновской, синхротронной и нейтронной томографии играют важную роль в исследованиях объектов культурного наследия, обеспечивая возможность неразрушающего анализа внутренней структуры артефактов. Рентгеновская томография широко применяется благодаря своей доступности и высокому пространственному разрешению. Синхротронная томография, использующая источники с высокой яркостью, обеспечивает изображение с повышенной контрастностью и минимальными артефактами при анализе сложных многокомпонентных материалов. Нейтронная томография, в отличие от рентгеновской, обладает высокой чувствительностью к легким элементам (таким как водород), и позволяет выявлять скрытые дефекты, невидимые для других методов. Несмотря на широкие возможности, указанные методы сталкиваются с рядом ограничений — в том числе длительностью эксперимента, ограниченным числом проекций, шумами и артефактами реконструкции.

Современные алгоритмы компьютерного зрения, особенно основанные на сверточных нейронных сетях (СНС), открывают новые пути к решению этих проблем. СНС способны автоматически извлекать значимые пространственные признаки срезов томографических данных и эффективно адаптироваться к специфике каждого вида томографии. Архитектуры U-Net и U-Net3+ получили широкое распространение в задачах визуализации благодаря наличию энкодер-декодерной структуры и наличию соединений, обеспечивающих передачу пространственной информации между уровнями. U-Net3+ расширяет оригинальную архитектуру за счёт более плотных многоуровневых соединений, что позволяет достигать более высокой точности на сложных гетерогенных данных.

В данной работе продемонстрировано применение СНС для трёх ключевых задач, возникающих при анализе объектов культурного наследия. Первая задача — автоматическая сегментация пор и трещин на срезах 3D-моделей, полученных с помощью нейтронной, синхротронной и рентгеновской томографии, что важно для оценки степени сохранности артефактов [1]. Вторая задача — реконструкция трёхмерной структуры объекта из ограниченного числа радиографических проекций нейтронной томографии с целью сокращения времени эксперимента и снижения дозовой нагрузки [2]. Третья задача — повышение качества реконструкции по сравнению с классическими методами FBP и SIRT путём обучения моделей на основе дифференцируемого прямого преобразования Радона. Полученные результаты демонстрируют потенциал глубокого обучения как вспомогательного инструмента в области томографии объектов культурного наследия.

- I. Zel, M. Kenessarin, S. Kichanov, K. Nazarov, D. Kozlenko, Journal of Imaging, 8(9), 242 (2022). https://www.mdpi.com/2313-433X/8/9/242.
- 2. T. Minniti, D. Micieli, Scientific Reports, 9, 1-9 (2019). https://www.nature.com/articles/s41598-019-38903-1.