

# Искусственный интеллект для ранней диагностики рака эндометрия с использованием мультимодальных клинических данных: интеграция глубокого обучения, объяснимости и конфиденциальности данных

**Источник:** Frontiers in AI — Medicine

**Оригинал:** <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frai.2026.1787508>

гистопатология

глубокое обучение

диагностика

конфиденциальность данных

мультимодальные данные

онкология

## Введение

Ранняя диагностика рака эндометрия имеет решающее значение для повышения выживаемости. Однако большинство методов на основе искусственного интеллекта (ИИ) разрабатываются с использованием данных только одного типа (одномодальных), при этом большинство из них являются неинтерпретируемыми и не обеспечивают защиту конфиденциальности, либо полностью игнорируют вопросы приватности. Мы предлагаем мультимодальную платформу ИИ, которая использует гистопатологические изображения целых слайдов (**WSIs** — whole-slide images) и клинические данные, а также включает в себя механизмы объяснимости и обучения с учетом защиты конфиденциальности.

## Методы

Для исследования были собраны данные 529 пациентов (354 на ранней стадии и 175 на поздней стадии), включающие 794 **WSI** и 208 000 фрагментов изображений (патчей). С помощью сверточной нейронной сети

(**CNN** — convolutional neural network) из **WSI** извлекались морфологические признаки, а клинические переменные кодировались с помощью многослойного перцептрона. Эти два модальных типа информации (выученные представления) объединялись для формирования окончательного прогноза категории. Интерпретируемость была обеспечена с помощью метода **Grad-CAM** и атрибуции клинических признаков, а обучение с учетом конфиденциальности поддерживалось посредством безопасной агрегации параметров.

## Результаты

Мультимодальная модель достигла точности 0,91 и показателя **AUC** (area under the curve — площадь под ROC-кривой) 0,95, тем самым превзойдя показатели моделей, использующих только клинические данные (точность = 0,78, **AUC** = 0,81) и только гистопатологические данные (точность = 0,85, **AUC** = 0,89), при значительном увеличении чувствительности (0,89) и специфичности (0,93). Эффективность также сохранялась при использовании обучения с учетом конфиденциальности. Согласно анализу кривых принятия решений (**Decision Curve Analysis**), чистая клиническая польза была максимальной.

## Заключение

Данная платформа предлагает решение, которое является точным, интерпретируемым и обеспечивающим сохранение конфиденциальности, что позволяет использовать его в качестве вспомогательного средства диагностики рака эндометрия на ранних стадиях. Однако, поскольку модель была разработана и оценена только на когорте **TCGA-UCEC** (The Cancer Genome Atlas Uterine Corpus Endometrial Carcinoma), требуется внешняя многоцентровая валидация для подтверждения обобщающей способности модели применительно к различным клиническим популяциям, протоколам визуализации и лабораторным условиям.

Машинный перевод. Рекомендуем сверять с оригиналом при клиническом использовании.